



ROČNÍK I. • 1955 • ČÍSLO 6

BEZ MĚŘENÍ NELZE PRACOVAT

Z. Škoda

„Úroveň měřicí techniky je měřít-kem vyspělosti technické kultury národa“ – tak nějak zněl jeden nápis na výstavě měřicích přístrojů, která byla uspořádána na podzim minulého roku Národním technickým museem v Brně. Tato hluboká pravda platí nejen o vědecké práci a profesionální výrobě technických zařízení, ale stejnou měrou i o práci amatérů. Bez spolehlivého měřidla nelze uvést elektronické zařízení do provozu, nemluvě už ani o tom, že chceme-li postaveným zařízením dosáhnout maximálního výkonu, nemůžeme spoléhat jen na lidské smysly, které nedávají objektivní míru a na většinu elektronických měření prostě nestačí díky neviditelnosti elektronů. Proto není divu, že III. celostátní výstava radioamatérských prací, pořádaná v dubnu a květnu t. r., byla právě obe-slána velkým počtem měřicích přístrojů. Našli jsme mezi nimi jednoduché pomůcky, i tak složitá měřidla jako je měřidlo jakosti Q a jiná. Význam měřidel byl zdůrazněn také komisí, která vystavené exponáty posuzovala. Tak na příklad druhou cenu Ústředního výboru Svazarmu dostal osciloskop soudruha K. Donáta, elektronkový voltmetr soudruha Pokorného, třetí cenu osciloskop

soudruha Kafky, prefametr soudruha Nemravy, Q-metr ORK Příbram, nízkofrekvenční milivoltmetr s. Rechziegela a zkoušeč elektronek soudruha Bartoška. Z 29 udělených cen připadlo tedy na měřidla 7 cen, což je značný podíl, uvážíme-li, že na výstavě bylo zastoupeno mnoho různých oborů elektroniky, obor rozhlasových přijimačů, přijimačů pro krátkovlnná amatérská pásmá, krátkovlnné vysilače, zařízení pro VKV, televise, učební pomůcky, dílen-ské pomůcky, zápis zvuku a jiné. Stejný význam přikládají měřicí technice i ostatní složky, které mají na práci svazarmovských radioamatérů zájem. Ministerstvo spojů udělilo jednu z druhých cen zařízení pro registraci síly pole televizního vysilače Svazarmu v Opočínku a třetí cenu voltmetru soudružky Pezlarové z Banské Bystrice. Také ministerstvo strojírenství udělilo druhou cenu soudruhu Donátovi za osciloskop a třetí cenu soudruhu Jürkovi za elektronkový voltmetr, soudruhu Chábovi za elektronkový voltmetr a struktur-metr, soudruhu Pokornému za elektronkový voltmetr, soudruhu Nemravovi za RC můstek, soudruhu Bímovi a Bečvářovi za kmitočtový modulátor, soudruhu Hyanovi za osciloskop a

ORK Banská Bystrica za soubor expozit, mezi nimiž byl také voltmetr a osciloskop.

Dokonce i jeden z nejmladších vystavovatelů, 15letý žák střední školy Ivan Kamínek vystavoval osciloskop, za nějž byl odměněn cenou ministerstva školství.

Výstava radioamatérských prací tedy zcela přesvědčivě ukazuje, že jakostní měřidlo má pro amatéra stejnou důležitost jako pro výzkumný ústav nebo dílnu n. p. Tesla. A to jsme ještě nepřihlídlí k expozici našeho průmyslu, který se vedle elektronek a miniaturních součástí pochlubil právě radou měřicích přístrojů. Je to samozřejmé, uvážíme-li, že práci dnešních amatérů nemůžeme srovnávat s primitivními přístroji, většinou krystalovými a jednoelektronkovými přijimači, které se stavěly v začátcích radioamatérského hnutí před 20 až 30 lety. Tenkrát stačila sluchátka a žárovková zkoušečka, nanejvýš kapesní voltmetr pro kontrolu napětí zdrojů. Na dnešní superhetový přijimač se však už s „cejchovaným“ šroubovákem“ nevystačí, bez nějakého měřidla z něho těžko vyloudíme aspoň nějaký hlas a chceme-li jej seřídit nebo sladit jako tovární přijimač, neobejdeme se bez pomocného vysilače a měřidla výstupního výkonu.

Toto číslo Radiového konstruktéra Svazarmu přináší několik návodů na stavbu měřidel, které jsou součástí nejnutnějšího vybavení dílny každého radioamatéra, chce-li se dostat dále, než na dvouelektronkový přijimač. V době televise, radiolokace, širokého rozvoje průmyslové elektroniky a pronikání elektroniky do celého našeho života nemůžeme počítat s tím, že se radioamatéři spokojí s dosažením úrovně, která byla vrcholem vědění před 30 lety a že nebudou chtít se přiblížit tém vrcholným ukázkám konstruktérského důmyslu, jaké jsme viděli na III. celostátní výstavě, a proto jsme do tohoto sešitu

zařadili velmi potřebné konstrukční náměty. Jak je z nich zřejmé, nevyžaduje zhodovení dokonalého měřidla ani zvláštního důmyslu, ani velkého nákladu.

Pro ty, kteří nehdolají věnovat svoje prostředky na stavbu těchto nezbytných přístrojů, máme také radu. Víme z vlastní zkušenosti, že je nepříjemné, musíme-li spravit kladívko, sklížit židlí a narovnat tucet ohnutých hřebíků, když potřebujeme pověsit na zeď jeden obrázek a když se nakonec uloupne kus omítky. Stejně tak je nepříjemné, máme-li stavět signální generátor a elektronkový voltmetr jenom proto, že si chceme na léto postavit kufříkový přijimač. Tato běžná měřidla bývají přece v každém sportovním družstvu radia, v každém Okresním radioklubu nebo Krajském radioklubu. Pak je lépe použít měřidel v dílně některé kolektivky, kde jsou přeci proto, aby sloužila co největšímu počtu radioamatérů. Naše rada tedy zní: Poohlédněte se, kde je ve vašem okolí organizace svazarmovských radistů. Je téměř na každém větším závodě a nenaleznete-li ji tam, obraťte se na Okresní výbor Svazarmu, kde vám poradí.

*

Upozorňujeme odběratele časopisu Radiový konstruktér Svazarmu, že n. p. Tesla Rožnov vydá koncem června příruční katalog elektronek. Bude dodáván v prodejnách radiového materiálu a v radiooprávných ministerstva vnitřního hospodářství. Kde by nebyl k dostání, zašle jej přímo n. p. Tesla Rožnov, odbyt, Rožnov p. Radhoštěm.

*

Příští číslo Radiového konstruktéra Svazarmu č. 7 vyjde 10. září 1955. Zbývající čtyři čísla budou obsahovat tyto návody: dokonalý RLC můstek, přenosný magnetofon, přijimač s rozestřeným amatérskými pásmi a televizní superhet.

ELEKTRONKOVÉ VOLTMETRY V AMATÉRSKÉ PRAXI

Josef Milde

Elektronická zařízení, mezi něž počítáme i rozhlasové přijímače, zesilovače nebo televizní přijímače, zakládají svou činnost na zpracovávání elektrických proudů. Je známou skutečností, že elektrický proud je pohybem elektronů. Pohyb elektronů však není jednotný. Podle toho, jedná-li se o pohyb v jednom směru, hovoríme o stejnosměrném proudu nebo při pohybu tam a zpět o proudu střídavém. Význačnou vlastností elektronických zařízení je zpracovávání převážně střídavých proudů.

Střídavý proud, stejně jako stejnosměrný, vyvolává při průtoku odporem napětí. Na svorkách odporu se objevuje napětí úbytku na spádu. Když proud tekoucí odporem střídá svůj směr, střídá i napětí, vznikající na odporu, svou polaritu. Vzniká střídavé napětí. Při střídavých proudech není podmínkou, aby odpor stojící v cestě proudu byl čistě ohmický. I na odporech t. zv. jalových, jako je induktivní a kapacitní reaktance cívky a kondensátoru, vznikne při průtoku střídavého proudu určité napětí. Napětí, vznikající na jalových odporech, bude fázově posunuté oproti průběhu proudu. V běžné praxi nás fázové posunutí napětí většinou nezajímá. Fázový zdvih napětí se stává zajímavým teprve při různých speciálních měřeních v oboru elektroniky.

Daleko důležitější je znát velikost střídavého napětí vznikajícího na různých obvodech. Výsledná hodnota napětí je ve většině případů dostatečným měřítkem činnosti obvodu. V radiotechnice a televizní technice máme ve většině případů co dělat s proudy o nepatrné intensitě. Správná kontrola a seřízení přístroje vyžaduje na druhé straně znát přesně intenzitu jednotlivých střídavých proudu v přístroji. Malá intenzita proudu nedovoluje měřit přímo hodnotu proudu, takže je nutno postupovat jiným způsobem. Průtokem proudu vzniká na

odporu napětí. Protože ale v elektronice máme často co dělat s odpoory o velmi vysoké hodnotě, stačí i nepatrný proud, aby na těchto odporech vznikl dostatečný úbytek na spádu. Tento úbytek na spádu je již možno změřit pomocí různých voltmetrů s velkým vstupním odporem. Celá věc má ale jeden háček. Má-li být měření dostatečně přesné, pak nesmí připojením měřicího přístroje nastat v měřeném okruhu změna pracovních podmínek, která by se projevila změnou měřeného napětí. Jinými slovy, měřicí přístroj při zapojení k měřenému obvodu nesmí být původcem chyby při měření.

Nejčastěji se vyskytujícím úkazem nařušujícím přesnost měření, je zatížení obvodu měřicím přístrojem. Měřicí přístroj nemá pro svou výhylku spotřebovat více jak 1/100 z měřeného proudu. O tuto setinu se připojením měřicího přístroje vlastně ochzuje měřený obvod, takže napětí na něm je asi o jedno procento pozměněné oproti původní hodnotě. Vidíme tedy, že první podmítkou, kterou musí měřicí přístroj splňovat, je jeho dostatečně vysoký vnitřní odpor. Čím vyšší bude vnitřní odpor měřicího přístroje, tím menší zatížení měřeného obvodu nastane a tím menší bude i chyba vzniklá při měření.

Ovšem věc není jen tak zcela jednoduchá. Obvody v radiotechnice bývají většinou vysokoohmové o odporu několik desítek i stovek $k\Omega$. Nezřídka stoupají hodnoty odporu i do několika $M\Omega$. Pak je třeba, aby minimální vnitřní odpor měřicího přístroje byl alespoň několik $M\Omega$ až desítek $M\Omega$.

Ale nejen obvody, kterými protéká střídavý proud, jsou v elektronice vysokoohmové. Celá řada částí různých zařízení, kterými protéká stejnosměrný proud, jsou také vysokoohmové, takže i zde platí pro měření stejnosměrného napětí dříve uvedená podmínka, aby

měřicí přístroj měl dostatečně vysoký vnitřní odpor a nezatěžoval měřený obvod.

Běžné ručkové měřicí přístroje nemají nikdy dostatečně vysoký vnitřní odpor, aby dovolovaly provádět měření na všech místech přijimače bez podstatného zatížení obvodu. Vnitřní odpor ručkových měřicích přístrojů ještě klesá, jsou-li uzpůsobeny též pro měření střídavého napětí. Vcelku je tedy patrné, že v amatérské dílně nevystačíme pro všechna měření na elektronických zařízeních jen s voltmiliampérmetrem (na př. Avo-metrem).

Požadavek na vysoký vnitřní odpor, který jsme v předešlých odstavcích odůvodnili, je společný jak pro měřidlo stejnosměrného napětí, tak i napětí střídavého. Střídavá napětí nemůžeme měřit přímo obvyklými ručkovými měřicími přístroji, které jsou jen na proudy stejnosměrné. Střídavý proud musíme nejprve usměrnit na proud stejnosměrný a teprve z hodnoty usměrněného stejnosměrného proudu můžeme usuzovat zpět na velikost původního střídavého napětí.

Všechny měřicí přístroje na střídavá napětí nebo proudy se zakládají na principu usměrnění. Neuškodí proto, všimneme-li si blíže, jakým způsobem se toto usměrňování provádí v praxi.

Nejčastěji užívaným usměrňovačem pro střídavé proudy je dioda. Základní zapojení diodového usměrňovače je možné ve dvou provedeních. Na obr. 1 je t. zv. seriové zapojení a na obr. 1b t. zv. zapojení paralelní. Při zapojení

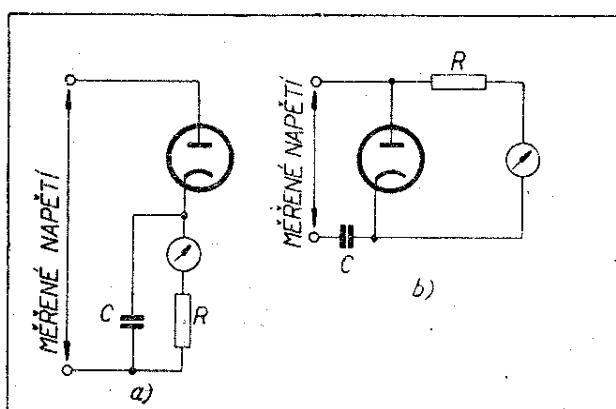
seriovém je vstupní odpor celého měřicího přístroje dán hodnotou $\frac{R}{2}$. Je tedy

vstupní odpor jen poloviční než *seriový* odpor v zapojení. Do série s diodou je zapojen ručkový měřicí přístroj, který měří velikost protékajícího proudu. Abi vstupní odpor měřicího zařízení byl co nejvyšší, musí i odpor R mít dostatečně vysokou hodnotu. Na druhé straně při hodnotě odporu $R \geq M_1$ a měřeném rozsahu 1,5 V, musí být měřicí přístroj velmi citlivý. Bude třeba přístroje se spotřebou max. asi $20 \mu\text{A}$.

U zapojení podle obrázku 1b, při kterém měřicí přístroj je zapojen přes odpor R paralelně k diodě, je vstupní odpor ještě nižší. Jeho hodnota obnáší pouze $\frac{R}{3}$, tedy hodnotu pouze o jedné

třetině hodnoty ohmického odporu R . Zapojení podle obrázku b) má jednu velkou přednost, pro kterou se převážně používá v měřicích přístrojích. Kondensátor C při paralelním zapojení odděluje galvanicky od vlastního měřeného zdroje stejnosměrnou smyčku, tvořenou diodou, měřicím přístrojem a odporem R . Naproti tomu u zapojení podle obrázku a) protéká usměrněný proud také přes měřený obvod. Přesto, že odpor R v serii s měřicím přístrojem měl v uvažovaném případě vysokou hodnotu $100 \text{ k}\Omega$, je při paralelním zapojení diodového voltmetu vstupní odpor celé kombinace pouhých $30 \text{ k}\Omega$. To je hodnota natolik nízká, že nám nedovolí v různých případech provádět měření na některých vysokofrekvenčních obvodech.

Diodový voltmetr podle zapojení na obr. 1, ať již a) nebo b) pracuje stejným způsobem. Kladná půlvlna střídavého napětí způsobí, že dioda se stane vodičem. V tom okamžiku poteče diodou proud a na kombinaci z odporu R a měřicího přístroje vznikne stejnosměrné napětí. Toto stejnosměrné napětí nabíjí kapacitu C . V okamžiku, kdy napětí kladné půlvlny klesne pod hodnotu danou nábojem na kondensátoru, uzavře se dioda a proud přestane tekci. V následujícím údobí až do příští kladné půlvlny uniká náboj na kondensátoru přes měřicí přístroj a odpor R . Tím samo-



Obr. 1.

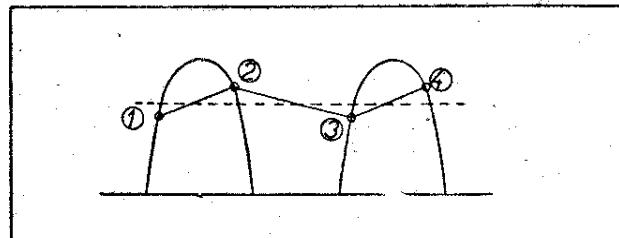
zřejmě klesá napětí na kondensátoru. Při následující kladné půlvlně opět stoupá střídavé napětí až do hodnoty, která je vyšší než napětí na kondensátoru. V tom okamžiku se dioda otevře a při dalším stoupání přiváděného napětí teče usměrňovaný proud v první řadě do kondensátoru, který dobíjí. Tímto způsobem se vytvoří na kondensátoru určité ustálené napětí, které při dostatečně velké kapacitě a malém odběru proudu (citlivém měřicím přístroji) se bude blížit špičkové hodnotě přiváděného střídavého napětí. Vidíme tedy, že diodový voltmetr v zásadě je schopen měřit špičkové hodnoty přiváděných střídavých napětí. Přejeme-li si znát při měření efektivní hodnotu, pak stačí jenom ocejchovat stupnici měřicího přístroje v efektivní hodnotě. (Viz. obr. 2.)

Diodový voltmetr má jednu vlastnost, kterou neradi vidíme. Náběhový proud anody diody způsobuje, že ručka měřicího přístroje ukazuje minimální, ale přece jen dobře patrnou základní výchylku, i když není připojeno žádné napětí na vstupních zdírkách.

Náběhovému proudu diod se čelí zavedením t. zv. kompensace, která přivádí na měřicí přístroj proud stejné intenzity, ale opačné polarity než je náběhový proud diody. Regulací přiváděného kompenzačního napětí není obtížné dosáhnout takového provozního stavu, při kterém se ručka měřicího přístroje nachází na nule i když není na vstupní svorky připojeno napětí.

Přepínáním hodnoty odporu R lze měnit rozsah měřených napětí. V žádném případě není účelné využívat pro měření rozsahu pod 1 volt, protože v této oblasti je usměrňovací účinek diody již nelineární. Závislost proudu není přímo úměrná přiváděnému střídavému napětí. Proto se diodové voltmetry používají pro měření střídavých napětí asi od 1 voltu výše. Měření napětí o vysokých hodnotách je omezeno pouze maximálním přípustným inversním napětím na diodě.

Prakticky použitelné zapojení diodového voltmetu je na obr. 3. Jedná se v zásadě o voltmetr na střídavé napětí podle zapojení 1b). Tím, že požaduje-

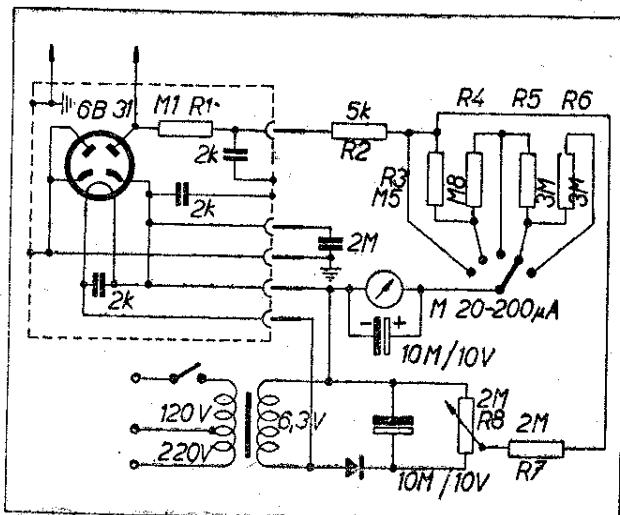


Obr. 2. Napětí na kondensátoru probíhá podle čáry 1—4.

me měřit napětí v několika rozsazích, je nutno vytvořit odpor R z několika jednotlivých odporů, které přepinačem postupně zařazujeme do série s měřicím přístrojem. Vlastní usměrňovací elektronka, 6B31, je miniaturního provedení. Čím vyšší kmitočty má náš diodový voltmetr měřit, tím pečlivěji musí být dioda vybrána. Na vysokých kmitočtech je výchylka měřicího přístroje ovlivňovaná indukčností přívodu k elektronce, vstupní kapacitou a průletovou dobou elektronů uvnitř elektronky. Vstupní indukčnosti resonují s vlastní kapacitou na poměrně vysokých kmitočtech. Na těchto kmitočtech pak nastává rezonance, v důsledku které stoupá napětí na diodě, takže ve skutečnosti měřicí přístroj ukazuje větší výchylku, než jaká by odpovídala měřenému napětí. Naproti tomu průletová doba elektronů uvnitř elektronky působí, že diodový voltmetr a elektronkové voltmetry vůbec ukazují výchylku nižší, než jaká by odpovídala přiváděnému napětí. To proto, že část elektronů, které opouštějí katodu právě na konci usměrňovaného kmitu, se nedostane prostorem mezi katodou a anodou a přilétá do oblasti anody již v době, kdy tato je záporná. Proto také část elektronů zůstává nevyužita a důsledek toho je, že usměrněný proud je nižší než jaký by byl za stejných okolností při kmitočtech nižších, kdy elektrony mají dost času k překlenutí vzdálenosti mezi katodou a anodou.

Má-li být měřeno diodovým voltmetrem na kmitočtech řádu desítek MHz, musíme použít takové elektronky (diody), u které vzdálenost mezi anodou a katodou je co nejmenší.

Proto se užívá speciálních diod miniaturního provedení. Vhodná elektronka je na př. 6B31. Při kmitočtech nad



Obr. 3.

100 MHz nevystačíme ani s touto elektronkou a pak nezbude než sáhnout po diodě typu LG1, nebo dokonce RD12Ga. Aby byla indukčnost přívodu co nejnižší, musí být vysokofrekvenční spoje co nejkratší. Nelze proto diodu zabudovat do společné skřínky s měřicím přístrojem. Přívody od měřicího přístroje k měřenému obvodu by narušily měření natolik, že měřená hodnota by byla méně než jen informativní.

Nejhodnější úprava, která tomuto stavu odpomáhá, spočívá v zabudování diody do zvláštní, lehce pohyblivé a rozložitelné krabičky, tak zvané sondy, se kterou je možno se přiblížit až do těsné blízkosti měřeného obvodu. Sonda je propojena několikažilovým kabelem se skřínkou, ve které se nachází měřicí přístroj. Tímto kabelem se přivádí do sondy jednak žhavení pro usměrňovací elektronku, diodu, a za druhé přívod, kterým se usměrněný stejnosměrný proud vede k měřicímu přístroji.

V zapojení na obr. 3 je plášť sondy zemněn. Při měření se plášť sondy připojuje k zemnímu konci proměňovaného zařízení a anodou diody, vyvedenou na kovový hrot, se dotýkáme postupně jednotlivých míst, která chceme měřit.

Odporník R_1 tvoří základní seriový odporník s ručkovým přístrojem. Musí být zabudován v sondě a blokovaný co nejkratšími spoji kondensátorem 2k. Tím, že kostra sondy je uzemněna, musí katoda usměrňovací elektronky, diody,

být zapojena na zem přes kondensátor 2M. Katoda diody tvoří vlastní zemní spoj pro celý elektronkový voltmetr. Skřínka, ve které je namontován ručkový měřicí přístroj, přepinač rozsahů a síťový transformátor, zůstane buď se zemí nespojena, nebo ještě lépe ji spojíme s obalem sondy.

Vlastní měřicí přístroj musí být značně citlivý. Nejlépe vyhoví takový, který má základní rozsah maximálně $20 \mu\text{A}$. Při zvětšování proudu potřebného pro plnou výchylku klesá vstupní odporník voltmetu, který již sám o sobě není příliš vysoký. Toto je hlavní stinná stránka diodového voltmetu, neboť vyžaduje velmi citlivé přístroje, které jsou také patřičně drahé.

Každou elektronkou teče nepatrný proud, i když anoda nebo mřížky jsou na zemní potenciálu. Je to t. zv. náběhový proud elektronky. Velikost náběhového proudu závisí na mohutnosti katody a na vzdálenosti od nejbližší elektrody (první mřížky u triod, anody u diod). Náběhový proud vzniká tím, že ze zahřáté katody jsou elektrony v elektronce vymršťovány do prostoru s takovou silou, že překonají i síly prostorového náboje. Elektrony, které prorazí hradbu prostorového náboje, dolétají na anodu. Anoda se tím stává zápornější než katoda. Přes měřicí přístroj teče při uzavření okruhu náběhový proud.

Ve schématu na obr. 3 je vliv prostorového náboje odstraněn přivedením malého kladného napětí na anodu diody přes odporník R_8 . Kladné napětí je získáváno z malého eliminátoru, který usměrňuje žhavicí napětí diody. Pro usměrnění postačí úplně jednodestíčkový sirutor. Usměrněné napětí ze žhavení je filtrováno velikou kapacitou 10M. Potřebnou velikost napětí pro správné nastavení nuly odebíráme z potenciometru R_8 .

Opatřování měřicího přístroje se spotřebou okolo $20 \mu\text{A}$ činí potíže. Citlivý měřicí přístroj je možné za cenu jistých zjednodušení nahradit elektronkou. Ovšem kdybychom použili obvyklého zapojení elektronkových voltmetrů, dosáhli bychom pouze toho, že elektronka

tvoří jakéhosi zprostředkovatele, který upravuje vysoký zatěžovací odpor v mřížce na odpor mnohem nižší hodnoty v anodě. V anodě by to znamenalo použít zase ručkový měřicí přístroj, i když tentokrát robustnější konstrukce, na větší průtok proudu. Vznikl by elektronkový voltmetr obvyklého provedení.

Je ještě jedno řešení, při kterém odpadá nutnost používat ručkového měřicího přístroje. Měřicí přístroj v obvyklém elektronkovém voltmetru sleduje změny anodového proudu, které nastaly. Tyto změny vznikly v důsledku změn napětí na mřížce elektronky.

Protože mřížka elektronky představuje pro stejnosměrné napětí prakticky někonečný odpor mezi katodou a mřížkou (pokud není zapojen svodový odpór), nezatěžuje prakticky vůbec zkoušený zdroj napětí.

Má-li být vstupní odpor měřicího přístroje vysoký, předpokládá to v každém případě použití elektronky. Měřené napětí bude ovládat stejně mřížku kterékoli elektronky. U obvyklé elektronky má řízení za následek změny anodového proudu. U elektronek indikačních (na příklad magické oko) má řízení za následek změnu světelné výseče.

Jsou dva druhy elektronek, u kterých lze přímo odečítat změnu napětí na ovládací elektrodě. Je to jednak obrazovka, používaná v osciloskopu, a za druhé ji příbuzné tak zv. magické oko, které úhlem otevření své světelné výseče dovoluje usuzovat na napětí, které je na řídící mřížce.

Protože úhel otevření světelné výseče nelze ocejchovat přímo, na př. ve voltech, je třeba jiného řešení. Provozní stav při kterém se světelná ramena na stínítku magického oka právě dotýkají, je poměrně velmi přesně napěťově definovaný. To platí obzvláště o části magického oka s větší citlivostí (ovšem jen u oka s dvojí citlivostí, jako na př. EM4, nebo EM11).

Velikost napětí na mřížce magického oka má vliv na polohu světelných ramen. Zvyšování záporného napětí na mřížce má za následek uzavírání, kdežto přechod do kladné polarity otevíráni

oka. K tomu, aby bylo možné použít magického oka jako nahradu za měřicí přístroj, musíme zajistit takové uspořádání a zapojení přístroje, při kterém bychom po připojení měřeného napětí seznali, jak velikou hodnotu připojené měřené napětí má. Magické oko svou přesně definovanou polohou, kdy rameňa světelné výseče citlivější části se právě dotýkají, může tvořit jen indikátor. Ze změn, které nastanou na indikátoru, lze usuzovat, zda napětí na mřížce stoupá nebo klesá. Tímto způsobem se ovšem nepodaří napětí změřit. Chceme-li napětí měřit, pak musíme vliv měřeného napětí na mřížce indikátoru vyrovnat napětím známé hodnoty. Vyrovnaní nastane přivedením napětí opačné polarity a stejné velikosti jako je měřené napětí na vstupu elektronky. Pokud bude přiváděné napětí stejné velikosti a opačné polarity jako je napětí měřené, bude se pro kteroukoliv hodnotu měřeného napětí indikátor vracet do výchozího postavení, rovnováhy, to je do stavu, kdy se obě světelné výseče dotýkají.

Vstupní odpor elektronkového voltmetru má být vysoký, o hodnotě několika $M\Omega$ až několika desítek $M\Omega$. Zdroj pomocného napětí, kterým kompensujieme měřené napětí na mřížce, naproti tomu může být o malém vnitřním odporu. Při stavu rovnováhy, kdy pomocné napětí vrátilo výseče do výchozího stavu, je pomocné napětí stejné velikosti, ale opačné polarity jako je napětí přivedené na mřížku; pak stačí obvyklým měřicím přístrojem s libovolnou spotřebou proudu změřit napětí dodávané z pomocného zdroje a tím přímo určit velikost měřeného napětí.

Jak vidíme, spočívá měření napětí tímto způsobem na nahrazení, nebo lépe vyrovnaní vlivu jednoho napětí napětím druhým opačné polarity. Vliv jednoho napětí kompensujieme napětím druhým. Proto se také takovýto voltmetr nazývá kompenсаční. Na obr. 4 vidíte zapojení takového kompenсаčního voltmetru. Je uzpůsoben pro měření jak napětí stejnosměrných, tak i napětí střídavých. Při měření stejnosměrného napětí, t. j. kdy přepinač S1 je v horní poloze, přichází měřené napětí

na vstupní dělič, pozůstávající z odporů R_1 , R_2 , R_3 , R_4 . Hodnoty odporů v tomto děliči mají dohromady $15 \text{ M}\Omega$. Těchto $15 \text{ M}\Omega$ je stále připojeno paralelně ke vstupu nezávisle na napětí, které se měří. Tím je sice vnitřní odpor přístroje, vztažený na jeden volt, mnohem vyšší na rozsazích pro měření nízkých napětí než na rozsazích pro měření napětí vysokých. V praxi tento rozdíl nedaví, protože vstupní odpor $15 \text{ M}\Omega$ sotva zatíží některý obvod v rozhlasovém nebo televizním zařízení. Maximální vnitřní odpory obvodů, které se v těchto zařízeních vyskytují, se pohybují okolo $3-5 \text{ M}\Omega$, takže chyba vznikající připojením voltmetru není tíživá. U všech ostatních obvodů, kde odpor je pod $1 \text{ M}\Omega$, zůstává vliv voltmetru zanedbatelný.

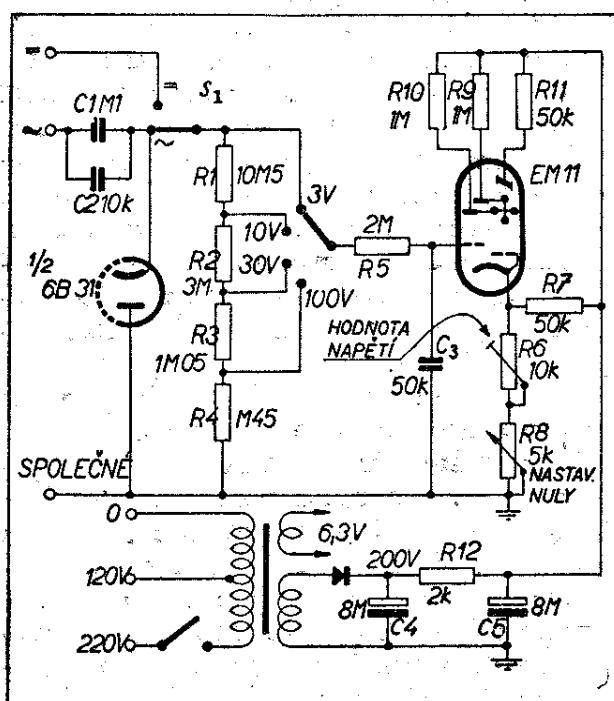
Napětí na mřížku indikační elektronky EM11 přivádíme přes ochranný odpor R_5 . Tento ochranný odpor zabraňuje při náhodném převrácení polarity měřeného napětí poškození, ne-li zničení magického oka. Vložením odporu R_5 ochráníme mřížku elektronky EM11 i při zapojení vysokého napětí opačné polarity. Mřížkovým proudem, který při chybném zapojení teče, vznikne na od-

poru R_6 takový úbytek na spádu (se záporným pólem na mřížce,) že mřížka zůstane asi o půl až jeden volt záporná vůči katodě. Na druhé straně při měření v normálním stavu, kdy na mřížku se dostává jen záporné napětí, nemá odpor R_6 na měřenou hodnotu žádný vliv. Jenlikož neteče žádný mřížkový proud, nevzniká žádný úbytek napěti a tím i napětí na mřížce je stejně velikosti jako napětí odebírané běžcem přepinače z kombinace odporů R_1 až R_4 .

Napětí, které uzavře citlivější část magického oka EM11, je asi $4-5 \text{ V}$. Pokud není přiváděno žádné napětí na vstupní svorku, t. j. pokud se výšeče mají nacházet v poloze klidu, dostává elektronka EM11 z pomocného zdroje tak velké záporné předpětí, že výšeče se uzavřou. Toto předpětí vzniká na odporu R_6 , kterým protéká celý katodový proud elektronky EM11. Protože v uzavřeném stavu klesá katodový proud na velmi nízké hodnoty, je připojen ještě dodatečný odpor R_7 , kterým teče stálý proud. Stálý proud, tekoucí odporem R_7 , protéká i odporem R_6 a vytváří tak na něm úbytek na spádu, nezávisle na tom, je-li magické oko uzavřené předpětím nebo ne.

Výchozí stav je tedy takový, že při přepinači S_1 přepojeném do polohy stejnosměrné napětí, nepřivádíme na vstupní svorky žádné napětí. Vyvážení indikátoru se pak provádí nastavením hodnoty odporu R_6 . Při vhodné velikosti odporu R_6 bude napětí na katodě právě

tolik voltů kladné, kolik je třeba k tomu, aby citlivější výšeče se právě dotkly. Toto je výchozí poloha odporu R_6 , kterou označíme nulou. Přivedením napětí záporné polarity na mřížku narušíme uvedený stav rovnováhy. Abychom jej znova nastavili, bude třeba změny hodnoty odporu R_6 a tím i změny předpětí. Se stoupajícím záporným napětím na mřížce bude třeba čím dálé tím menšího předpětí z katody. Stačí tedy odpor R_6 opatřit stupnicí, na které bude vyneseno to které napětí, které na vstupu právě uzavře světelné výšeče. Protože na druhé straně jsme u velikosti předpětí omezeni velikostí napětí potřebného pro uzavření výšečí, nemůžeme na mřížku přivádět napětí větší. Při



Obr. 4.

napětí vyšším než je závěrné napětí se výseče uzavřou a odporem R_6 nebude možno znovu nastavit výchozí polohu. Aby přesto bylo možno měřit napětí vyšší, je vstupní zátěžový odpor upraven jako dělič napětí, takže na mřížku přivádíme při vyšším stupni napětí jen takový díl z celkového napětí, který pro plnou hodnotu nepřestoupí 3 V. Přepínání rozsahů obstarává přepínač S_2 . Přístroj je možno ještě dále zdokonalit zapojením odporu R_8 pro nastavení výchozí polohy. Cejchování odporu R_6 v hodnotě měřeného napětí zůstane pak stálé. Nulové napětí bude u levého dorazu a nulový stav na indikátoru se nastaví při otevřených vstupních svorkách odporem R_8 . Odpor R_6 pak opatříme pro snazší odečítání několikanásobnou stupnicí cejchovanou přímo ve voltech, takže na každém rozsahu můžeme měřit s přímým odečítáním.

Odpory R_9 a R_{10} jsou obvyklé odpory zapojované do anod triodových systémů elektronky EM11. Neobvyklý je jen odpor R_{11} . Jeho zapojením klesá poněkud svítivost magického oka, ale na druhé straně se zvětšuje citlivost. Také životnost stínítka bude vyšší.

Při měření střídavých napětí musíme tato nejprve usměrnit. Usměrňování obstarává elektronka 6B31. Střídavé napětí přivádíme na katodu přes kondensátory C_1 a C_2 . Střídavé napětí otevírá při kladných půlvlnách na anodě diodu, takže diodou teče proud. Proud tekoucí diodou nabíjí kondensátory C_1 a C_2 . V časovém údobí mezi kladnou půlvlnou a půlvlnou následující se náboj na kondensátoru vybíjí přes odpor R_1 až R_4 . Protože hodnoty těchto odporů jsou veliké, je i napětí na kondensátorech C_1 a C_2 stálé a svou hodnotou odpovídá vrcholové hodnotě měřeného napětí. Velikosti kondensátorů C_1 a C_2 a odporů R_1 až R_4 určují mez, až do které lze zapojení v nízkých kmitočtech použít. S uvedenými hodnotami je možno měřit napětí i pod 50 Hz.

Celý přístroj je napájen z malého síťového usměrňovače na 200 až 250 V. Odběr proudu je opravdu nepatrny a hlavní jeho podíl připadá na úkor dodatečné zátěže, tvořené odporem R_7 , a

odpory v katodě. Plně zde vystačíme pro usměrňování s malým tužkovým selenovým usměrňovačem. Není ovšem námitek použít místo selenového usměrňovače v síťové části na př. malé usměrňovací elektronky typu 6Z31.

Kompensační elektronkový voltmetr je nenáročné zařízení, které prokáže cennou službu v amatérské dílně. Jeho hlavní předností zůstává, že je levný, poměrně přesný a přitom prakticky nezničitelný. Nevýhodou ovšem je, že neukazuje měřené napětí přímo, ale že je můžeme odečítat ze stupnice odporu až po vyvážení provozního stavu. Přitom činí někdy potíže zjistit, jak vysoké je měřené napětí, které jsme právě připojili, obzvláště jde-li o napětí kolísající úrovně. Než se podaří voltmetr vykompensovat, změní se hodnota napětí na jinou a nastavování je třeba provádět znova. Přesto situace není tak svízelná, protože vedle citlivé výseče je ještě méně citlivá světelná výseče elektronky EM11, která změnou své polohy nám naznačuje, jak dalece se měřené napětí mění i v rozsahu nad hodnotou, při které citlivá část je již uzavřena.

Uvádění v chod je jednoduché. Otočením potenciometru R_8 i R_9 se přesvědčíme o tom, zdali je možno ovládat světelné výseče magického oka. Dotykem prstu na vstupní zdířku se světelné výseče musí překrýt. Pak zapojením nějakého známého stejnosměrného napětí na př. z baterie, ověříme si činnost přepínače rozsahu S_2 i rozsah regulace odporu R_6 . Je-li vše v pořádku, můžeme přistoupit k cejchování přístroje. Cejchování provádíme pomocným zdrojem na př. baterií, ze které odebíráme napětí přes dělič napětí. Napětí na výstupu děliče kontrolujeme obvyklým ručkovým měřicím přístrojem. Před připojením děliče vynulujeme přesně odpor R_6 , poznáme výchozí polohu nulou a pak již jen zaznamenáváme na stupnici polohy, při kterých opravou hodnoty odporu R_6 se světelné výseče dostaly zpět do původního stavu. Celý postup je velmi jednoduchý a neskýtá žádných zálužností. Při stejnosměrných rozsazích postačí při dostatečně přesných hodnotách odporů R_1 a R_4 vynést stupnice jen dvě a to na tři a na deset voltů. Cejchování tří-

voltové stupnice zůstane v platnosti i pro stupnici třísetivoltovou a cejchování stupnice desetivoltové pro stupnici stovoltovou. Při *střídavých* napětích měříme špičkové hodnoty. Jelikož chceme ale znát u měřeného napětí většinou napětí efektivní, provedeme cejchování pro střídavé rozsahy na oddělených stupnicích. Na stupnici pro nejnižší rozsah, t. j. třívoltové se počne projevit již vliv zakřivení charakteristiky diody, který způsobí, že průběh stupnice nebude rovnoměrný. Na rozsazích od deseti voltů výše by bylo možné použít pro napětí střídavá i stupnic vynesených pro stejnosměrná napětí. Ovšem museli bychom odporem vhodné velikosti, zapojeným mezi přepinač S_1 a katodu diody (o hodnotě asi $5 \text{ M}\Omega$), upravit měřené napětí na mřížce elektronky EM11, aby odpovídalo efektivní hodnotě měřeného napětí. Ještě několik slov k mechanickému provedení. Přístroj umístíme do jakékoliv libovolné skřínky, do které zapustíme magické oko tak, aby bylo snadno pozorovatelné. Převážnou část plochy krycího panelu bude zaujmout stupnice odporu R_6 . V případě, že bychom nechtěli skříňku stavět tak vysokou, aby elektronka EM11 se vešla na výšku, můžeme vhodným umístěním, na př. zrcátka převést zorný úhel i pod panel. Magické oko je možno pak beze všeho umístit vodorovně. Celá skřínka se tak stane nízkou. Diodu pro usměrňování střídavých napětí ovšem nebudeme stavět do společné skřínky, ale ponecháme ji vyvedenou jako samostatnou sondu, spojenou s vlastní skřínkou několikažilovým přívodním kabelem. Použijete-li elektronky 6B31 a upravíte-li vývody tak, aby byly co nejkratší, bude možné beze všeho měřit střídavá napětí až do 100 MHz; v případě potřeby můžete měřit i při vyšších kmitočtech, ovšem pak je třeba provést samostatné cejchování pro vysoké kmitočty. Vzhledem k tomu, že sotva komu bude dostupný zdroj známého napětí o kmitočtu na př. 200 MHz, ne přijde tato možnost většinou v úvahu. Spokojíme se proto s údajem přibližným.

Všestrannou použitelnost tohoto přístroje netřeba zvláště zdůrazňovat. Od

měření stejnosměrných napětí na stínících mřížkách hlavně bateriových přijimačů až po přímá měření na vysokofrekvenčních obvodech je vše možno tímto malým užitečným přístrojem provádět. Přesto zatouží leckdo po přístroji dokonalejším. Buď proto, že má doma ručkový měřicí přístroj se spotřebou maximálně do 1 mA nebo že má k dispozici dostatek prostředků, aby si jej oprátil. Zapojení jednoduchého elektronkového voltmetu s měřicím přístrojem s otočnou cívkou je na obrázku 5. Jde o tak zv. můstkový měřicí přístroj, u kterého ručkovým přístrojem měříme nerovnováhu mezi katodovými proudy obou dílčích systémů. Základ celého zapojení tvoří dvojitá dioda typu 6H8C (sovětský ekvivalent typu 6SN7). Je to dvojitá trioda s dělenými katodami, takže uvnitř baňky se nachází dva samostatné triodové systémy. Není ovšem podmínkou používat dvojité triody s dělenými katodami. Stejně dobře poslouží dvě samostatné elektronky. Mohou to být i pentody zapojené jako triody připojením stínicí a brzdící mřížky na anodu. Velmi dobře vyhoví na př. elektronky RV12P2000, EF6, zapojené jako triody. Podmínkou je, aby elektronka měla malý kladný mřížkový proud.

Obě elektronky jsou zapojeny jako katodové sledovače. Obě anody jsou navzájem propojené a připojené na kladné napětí. V katodách jsou pracovní odpory $2 \text{ k}\Omega$ a jejich spodní konce jsou navzájem propojeny přes potenciometr $5 \text{ k}\Omega$. Běžec potenciometru jdě na děličnapětí, pozůstávající z odporů 15 a $20 \text{ k}\Omega$. Běžcem potenciometru se vyrovňávají nesrovnalosti v charakteristikách obou elektronek tak, že obě elektronky mají na katodách stejné napětí. Pak přes připojený měřicí přístroj neprotéká žádný proud. Zapojením napětí na vstupní svorku porušíme napěťovou rovnováhu na mřížce jedné z elektronek. Mřížky obou elektronek mají poměrně vysoké mřížkové svody, na kterých se vytváří určité základní předpětí. K tomu přistupuje ještě předpětí vznikající na odporech v katodě a napěťové přesazení přívodu pro katody přes odpor 15 a $20 \text{ k}\Omega$. Připojením na př. kladného napětí na vstupní svorku stoupne napětí na

mřížce levého systému elektronky. Vyšší kladné napětí na mřížce má za následek i vyšší anodový proud a ten opět i větší úbytek na spádu na odporu v katodě. Tím samozřejmě stoupá i napětí na jedné z katod a porušuje se rovnováha v můstku, tvořeném oběma katodovými odpory a elektronkami. Porušení rovnováhy se projeví jako napěťová změna, která způsobí výchylku na měřicím přístroji, zapojeném mezi katodami. Výchylka měřicího přístroje je mírou měřeného napětí.

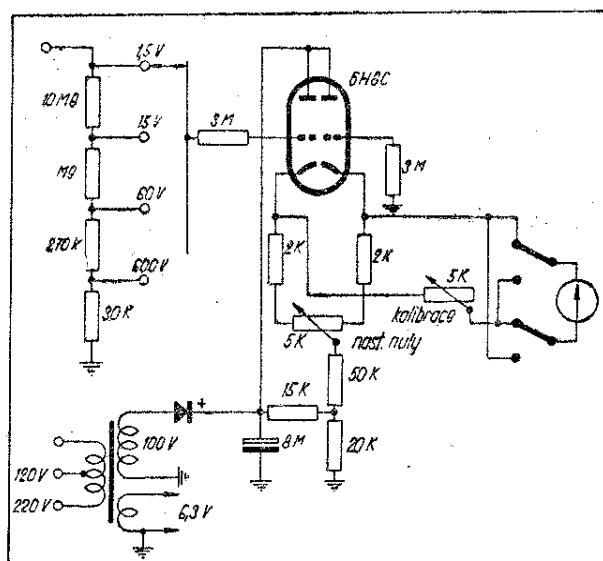
Elektronka nesnese na své mřížce při měření napěťové výkyvy nad určitou hodnotou. Při měření vyšších napětí musí být proto napětí na mřížce jen určitou částí měřeného napětí. Vhodným děličem na vstupu se staráme o to, aby toto napětí pro maximální výchylky nepřestoupilo hodnotu 1,5 V. Pracovní bod na charakteristice elektronky je volen tak, že dovolí měření jak kladných, tak záporných napětí. V případě kladného napětí bude levý systém elektronky více otevřán, kdežto při napětí záporném na mřížce bude tento systém uzavíráno. Aby v obou případech byla výchylka v měřicím přístroji jen v jednom směru, je třeba se postarat o přepínání polarity měřicího přístroje vhodným přepináčem.

Jelikož měřicí přístroj je zapojen mezi katodami elektronek, je zátěží můstku, tvořeného elektronkami a oběma katodovými odpory. Bude-li měřicí přístroj mít velkou vlastní spotřebu proudu, t. j. bude-li proud potřebný pro plnou výchylku větší než $500 \mu\text{A}$, projeví se to škodlivě na rovnoměrnosti cejchování stupnic. Přístroje se spotřebou větší jak 1 mA nelze prakticky použít proto, že anodové proudy obou elektronek jsou poměrně nízké, takže spotřeba měřicího přístroje by byla téměř srovnatelná s jejich hodnotou. Kdo by přesto chtěl použít měřicího přístroje s větší vlastní spotřebou, použije místo elektronky 6H8C dvě elektronky na př. 6L31, zapojené jako triody.

Mnohem jednodušší situace je při užití měřicího přístroje s vlastní spotřebou $200 \mu\text{A}$ nebo méně. Malým prourovým zatížením katod elektronek na-

stane dalekosáhlá necitlivost ke změnám průběhu charakteristik obou elektronek. Z celkové délky charakteristiky obou elektronek se využívá jen krátká část. Vliv zatížení lze také zanedbat. Důsledek toho je, že cejchování stupnic platí od nejnižšího až po nejvyšší rozsah podle stejného průběhu. Cejchování celého přístroje se omezuje jen na vynesení průběhu napětí na některém ze základních rozsahů a kontrolou průběhů na vyšších rozsazích. Tak v zapojení podle obr. 5 cejchujeme voltmetr na rozsahu 1,5 V. Regulátorem nastavení nuly nastavíme elektrickou výchozí polohu ručkového měřicího přístroje. Pak připojíme na vstupní zdírky plné žádané napětí (na př. monočlánek), kontrolované spolehlivým měřicím přístrojem (Avometem). Výchylku na mikroampérmetru nastavíme regulátorem „kalibrace“ na plnou hodnotu stupnice.

Postupným snižováním úrovně ss napětí na vstupu klesá i výchylka na mikroampérmetru elektronkového voltmetru. Napětí snižujeme po 0,1 voltu a výchylky označujeme na stupni mikroampérmetru. Po skončeném cejchování základního rozsahu provedeme kontrolu při opačné polaritě. Při správně pracujícím přístroji bude výchylka stejná. Při jiných elektronkách než 6H8C bude pravděpodobně zapotřebí opravit hodnoty odporů 15 a $20 \text{ k}\Omega$ na děliči napětí v katodách elektronek.



Obr. 5.

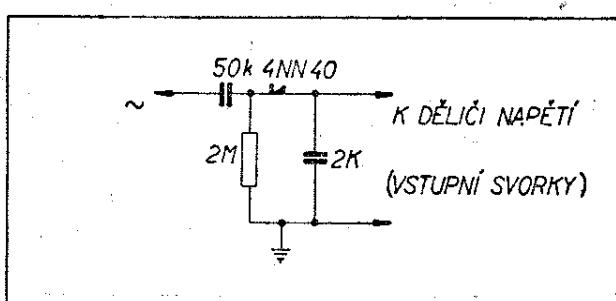
Při vyšších napěťových rozsazích dosahujeme plné výchylky měřicího přístroje při jmenovitém napětí změnou hodnoty odporu ve vstupním děliči napětí. Tak na patnáctivoltovém rozsahu předrazujeme odpor o hodnotě $10\text{ M}\Omega$, na rozsahu 60 V odpor $M9$ atd. Při dostatečně pečlivém postupu při cejchování bude přesnost přístroje asi v rozmezích 3—5%, což pro běžnou praxi stačí.

Velikou výhodou můstkového elektronkového voltmetru je poměrně značná necitlivost vůči změnám síťového napájecího napětí. Tím, že obě elektronky tvoří ramena můstku, projeví se jakákoli změna v napětí podobným způsobem u obou ramen. Důsledek toho je, že jak konečná hodnota výchylky, tak i nastavení nuly zůstávají poměrně stálé. Zdůrazňuji poměrně stálé, protože bez velmi nákladných úprav se nepodaří malé změny jak v nastavení nuly, tak i nastavení konečné výchylky úplně odstranit. Přístroj bude během provozu vždy nepatrнě měnit polohu nuly. Z počátku po zapnutí se poloha mění rychleji, postupně pomaleji. Vždy však určitá změna nastává. Také prudké kolísání sítě při zapnutí nebo vypnutí těžkých spotřebičů vyvolává krátké zakolísání výchylky měřicího přístroje. Elektronkový voltmetr dosáhl v posledních letech dík citlivějším měřicím přístrojům a stálejším elektronkám značného stupně dokonalosti. Přesto nemůže ani v přesnosti, ani ve stálosti cejchování soutěžit s přístrojem s otočnou cívkou. U přístroje s otočnou cívkou měříme napětí nebo proud přímo, kdežto u elektronkového voltmetu prostřednictvím změn elektrických hodnot elektronky, které nastanou

připojením měřeného napětí. Navíc přistupují ještě různé vnější vlivy, které přesnost měření dále ovlivňují. To neznamená, že by elektronkový voltmetr bylo zařízení hodící se jen pro indikaci a ne pro měření. Naopak je to přístroj, bez kterého se v elektronice dnes neobejdeme. Ale jako u každého zařízení musíme si jasné uvědomit možnosti, které zařízení skýtá a nepožadovat nemožné.

Měřicí přístroj na obrázku 5 je přizpůsoben pro měření stejnosměrných napětí. Pro měření napětí střídavých můžeme použít dodatečné sondy s krytalovou diodou. Zapojení je na obr. 6. Použijeme germaniové diody typu s pokud možno vysokým závěrným napětím, tedy na př. 4NN nebo 5NN40. Germaniová dioda 4NN (označená zeleným kroužkem) dovoluje maximální pracovní napětí v závěrném směru 85 V. Při napětí vyšším by se dioda zničila. Krytalová dioda má tu velkou výhodu, že nepotřebuje žhavicí napětí a má malé rozměry. Naproti tomu vakuová dioda snese mnohem vyšší závěrná napětí, ve směru nepropustném představuje prakticky nekonečný odpór a snese značná napěťová přetížení. Tam, kde bude me převážně chtít měřit napětí na vysokofrekvenčních obvodech, kde úrovně střídavého napětí nepřesahují 50 V, využijeme germaniová dioda lépe než vakuová. Na druhé straně, kde vyžadujeme vyšší inversní napětí, bude nutné smířit se s většími rozměry sondy a dodatečnými žhavicími přívody a použít jako usměrňovače vakuové diody.

Ještě jednu velikou možnost využití skýtá elektronkový voltmetr. V televizních přijimačích je vysoké napětí pro druhou anodu obrazovky získáváno usměrňováním napěťových špiček, vznikajících při zpětném běhu elektronového paprsku. Odběr druhé anody obrazovky činí zpravidla asi 50 až $100\text{ }\mu\text{A}$. Nechceme-li při měření vysokého napětí v televizním přijimači tento zdroj ještě více zatěžovat, aby výsledky, které naměříme, nebyly skreslené, musíme měřit voltmetrem s malou vlastní proudovou spotřebou. Vzhledem k maximálnímu odběru obrazovky 50 až $100\text{ }\mu\text{A}$ směla by vlastní spotřeba přístroje dosahovat



Obr. 6.

asi $10 \mu\text{A}$. Měřicí přístroj s vlastní spotřebou $10 \mu\text{A}$ je velmi nákladnou součástkou. Jste-li vlastníkem elektronkového voltmetru, pak máte možnost měřit vysoké napětí pro druhou anodu obrazovek v televizních přijimačích jednoduchým a přesným způsobem bez nákladných měřicích přístrojů. Stačí k tomu pouhý vysokonapěťový dotykový hrot s vestavěným odporem o hodnotě několika set až tisíc $\text{M}\Omega$. Tak na př. u elektronkového voltmetru podle zapojení na obr. 5 je u 15voltového rozsahu mezi zemním přívodem a 15voltovým dotykem na přepinači celková hodnota odporu $1\text{M}\Omega$. Chceme-li měřit napětí tisíckráte větší, tedy do 15 kV, s plnou výchylkou na měřicím přístroji pak předřadíme odpor tisíc kráte větší, v našem případě $1200 \text{ M}\Omega$. Většině bude činit potíže sehnat odpor o dostatečně vysoké hodnotě. Nezbude než potřebnou hodnotu složit s dílčích odpory, podle toho, jakou nejvyšší hodnotu odporu se podaří sehnat. V různém výprodejném materiálu se vyskytovaly hodnoty odporek 100 až 500 $\text{M}\Omega$, které nečinilo potíže zapojit do série a isolovat igelitovou isolační bužírkou. Isolační bužírka s odpory pak tvoří část přívodní šňůry od měřicího dotyku ke vstupní svorce elektronkového voltmetru. Hodnota $100 \text{ M}\Omega$ je asi nejnižší praktickou hodnotou, ze které by se dal redukční řetěz naskládat do přívodní šňůry. Měřicí dotyk musí být spolehlivě izolován.

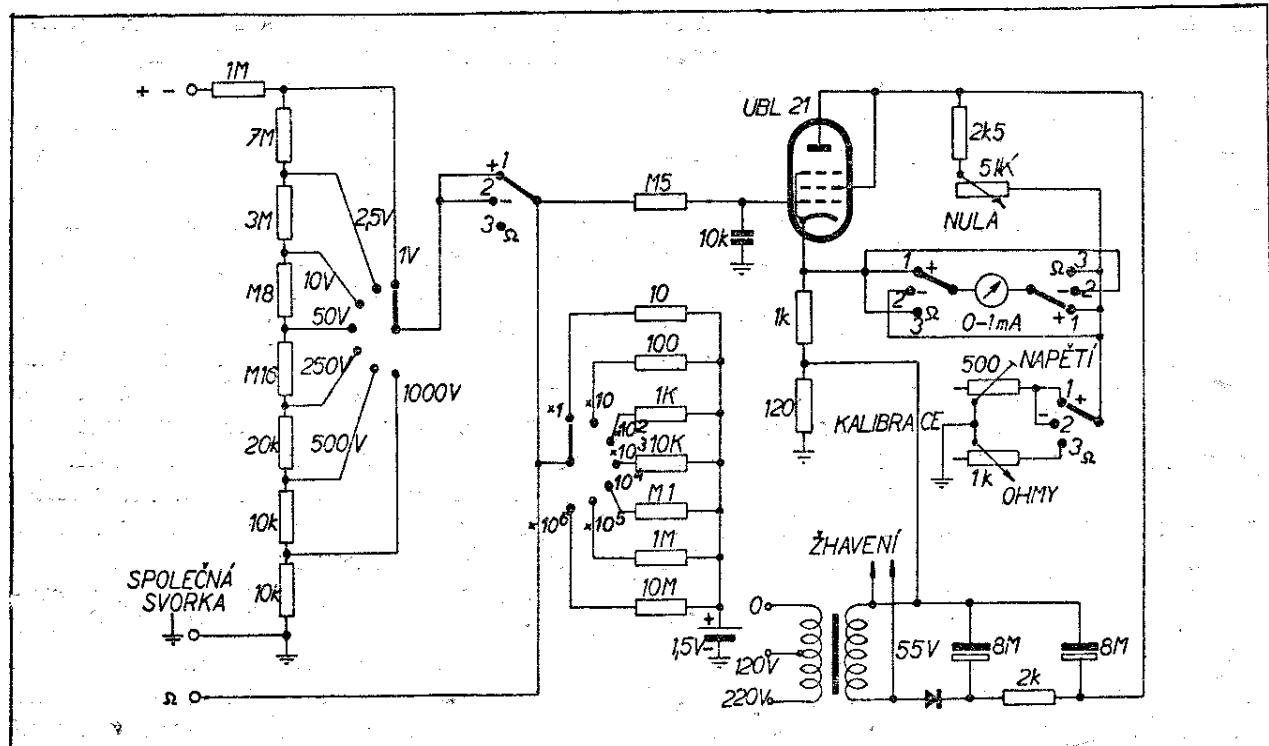
Elektronkový voltmetr podle obr. 5 vyžaduje pro provoz napájecí anodové napětí. Dodává mu je malý eliminátor s usměrněním napětím asi 100 V.

Nemá smysl napětí na eliminátoru zvyšovat nad hodnotu 100 V, protože zbytečně stoupá odběr anodového proudu a zatížení celého eliminátoru, v důsledku čehož je celý měřicí přístroj vyhříván a jeho elektrické hodnoty se mění. S napětím 100 V na anodě v každém případě bohatě vystačíme. Jinak přístroj je velmi jednoduchý a nekritický v mechanickém provedení. Může jej tedy směle stavět i začátečník.

Jinou obdobu elektronkového voltmetru vidíme na obr. 7. Zde se jedná o přístroj zapojený jako katodový sledo-

vač. Je v něm použito elektronky UBL21, zapojené jako trioda. Ačkoliv by za normálních okolností mělo použít jen jedné elektronky za následek značnou labilitu a závislost na kolísání síťového napětí, přece se u zapojení podle obr. 7 tyto vlastnosti projevují jen ve velmi omezené míře. Je to působeno právě tím, že jako katodového sledovače je použito mohutné koncové elektronky. Katoda elektronky UBL má vysoký wattový příkon a tím i dostatečnou stálost emise. Tím, že anodové napětí pro přístroj je odebíráno ze žhavicího vnitřního na malém transformátorku, vzniká další snížení vlivu kolísání napětí. Žhavicí napětí elektronky UBL21 je 55 V. Po usměrnění a vyfiltraci je k dispozici asi 50 V pro anodu. 50 V představuje značně snížené anodové napětí, u kterého se kolísání hodnoty anodového proudu projeví poměrně málo. S klesajícím anodovým napětím klesá také vnitřní odpór elektronky UBL21, zapojené jako trioda, takže je srovnatelný s odporem zapojeným mezi měřicím přístrojem a kladnou napájecí větví. Důsledek toho je, že změny v napětí sítě vyvolávají jen nepatrné změny ve výchylce měřicího přístroje.

Další výhodu takto zapojeného elektronkového voltmetru nutno spatřovat v tom, že měřicí přístroj s otočnou cívkou může být na větší základní vlastní spotřebu, v tomto případě i okolo 1 mA. Činnost přístroje je obdobná jako u předcházejícího přístroje. Řídicí mřížka je zapojena přes dělič napětí na zem. Na katodovém odporu elektronky vzniká průtokem anodového proudu určité napětí, které zvyšuje kladný potenciál katody. Tím má elektronka určitou základní hodnotu předpětí. Napětí vznikající na katodě se porovnává s druhým pevným napětím, odvozeným od anodového napájecího napětí. Toto referenční napětí vzniká průtokem proudu přes odporník $2\text{k}5$ a potenciometr 5k sloužící jako regulátor k nastavení nuly. Průtok teče přes kalibrační seriové odpory zpět k zemi. Za regulačním odporem 5k pro nastavení nuly, tak vzniká určitá hodnota napětí, kterou lze řízením odporu 5k měnit v určitém rozmezí. V okamžiku, kdy napětí na katodě a na



Obr. 7.

regulačním odporu 5k bude stejné úrovňě, nepoteče měřicím přístrojem žádny proud a výchylka bude nulová. Přístroj se bude nacházet ve výchozí nulové poloze. Přivedením napětí kladné či záporné polarity na mřížku, změní se pracovní podmínky UBL21 a tím i naruší rovnováhu můstku v katodě. Narušení rovnováhy se projeví výchylkou na měřicím přístroji.

Aby bylo možno měřit napětí obou polarit, t. j. jak kladné tak i záporné, a přitom byla výchylka na měřicím přístroji jen jednoho směru, musíme měřicí přístroj v katodě elektronky UB21 přepínat. V poloze 1 přepinače měříme kladná vstupní napětí, v poloze 2 záporná a v poloze 3 je přístroj připraven na měření odporů (v ohmech).

Vstupní dělič je přizpůsoben na větší počet měrených rozsahů. Jeho celková hodnota odporu je $12\text{ M}\Omega$. Jednotlivé rozsahy jsou 1 V, 2,5 V, 10 V, 50 V, 250 V, 500 V, 1000 V. Odpor M5 v mřížce UBL21 je opět ochranným odporem, který brání přetížení řídicí mřížky při náhodném nesprávném zapojení příliš vysokého kladného napětí na mřížku.

Zvláštností zapojení podle obr. 7 je přizpůsobení přístroje pro měření odporů. Tím, že elektronkový voltmetr má sám o sobě velmi vysoký vstupní odpor, dovoluje v kombinaci s poměrně nízkým napětím měřit odpor do desítek i stovek $M\Omega$. Tak na př. v zapojení uvedeném na obr. 7 lze měřit odpor až asi do $500 M\Omega$. Princip měření odporu spočívá v tom, že mřížka dostává určité stálé předpětí z baterie uvnitř přístroje. Napětí z baterie se přivádí na mřížku elektronky přes seriový odpor. Pokud není na svorkách označených ohmy a zem připojen odpor, dostává se na mřížku napětí z baterie v plné výši. Toto napětí má záporný pól na zemním konci a kladný na mřížkovém. Měřicí přístroj v katodě elektronky je připojen v téže polaritě jako při měření stejnosměrného napětí. Jediný rozdíl je v tom, že zemní větev můstku pro pomocné, referenční napětí, má zapojenou jinou hodnotu odporu. Místo 500Ω , kterými se nastavoval základní rozsah při měření stejnosměrných napětí, je zde tentokrát potenciometr o hodnotě $1 k\Omega$, který patřičným způsobem upravuje výchylku mě-

řicího přístroje. Použité referenční napětí při měření ohmů je 1,5 V, oproti základnímu napětí, které bylo 1 V při měření stejnosměrného napětí. Větší hodnotou seriově zapojeného odporu 1 k Ω máme možnost vyrovňávat případné rozdíly vznikající při poklesu napětí pomocné baterie. Regulátorem 1 k Ω se vždy nastaví výchozí poloha pro měření ohmů, která je vlastně plnou výchylkou měřicího přístroje.

Připojení měřeného odporu na svorky zem a ohmy způsobí pokles napětí, které je na mřížce elektronky UBL21. Bude-li hodnota připojeného odporu stejná jako je hodnota seriově zapojeného odporu, pak klesne výchylka právě na polovinu. Tím, že elektronkový voltmetr prakticky vůbec měřený obvod nezatěžuje, v tomto případě nezatěžuje zdroj napětí pro měření odporu, je možné zvyšovat hodnotu seriového odporu až na velikost 10 M Ω . Při této hodnotě klesne výchylka měřicího přístroje na polovinu, při zapojení hodnoty měřeného odporu 10 M Ω . Tímto způsobem dosahujeme toho, že stupnice pro ohmy platí ve stejném mřížce jak pro měření hodnot od 0,5 ohmů do 500 ohmů (základní rozsah, násobitel jedenkrát) tak i pro rozsah od 0,5 do 500 M Ω (násobitel 10⁶).

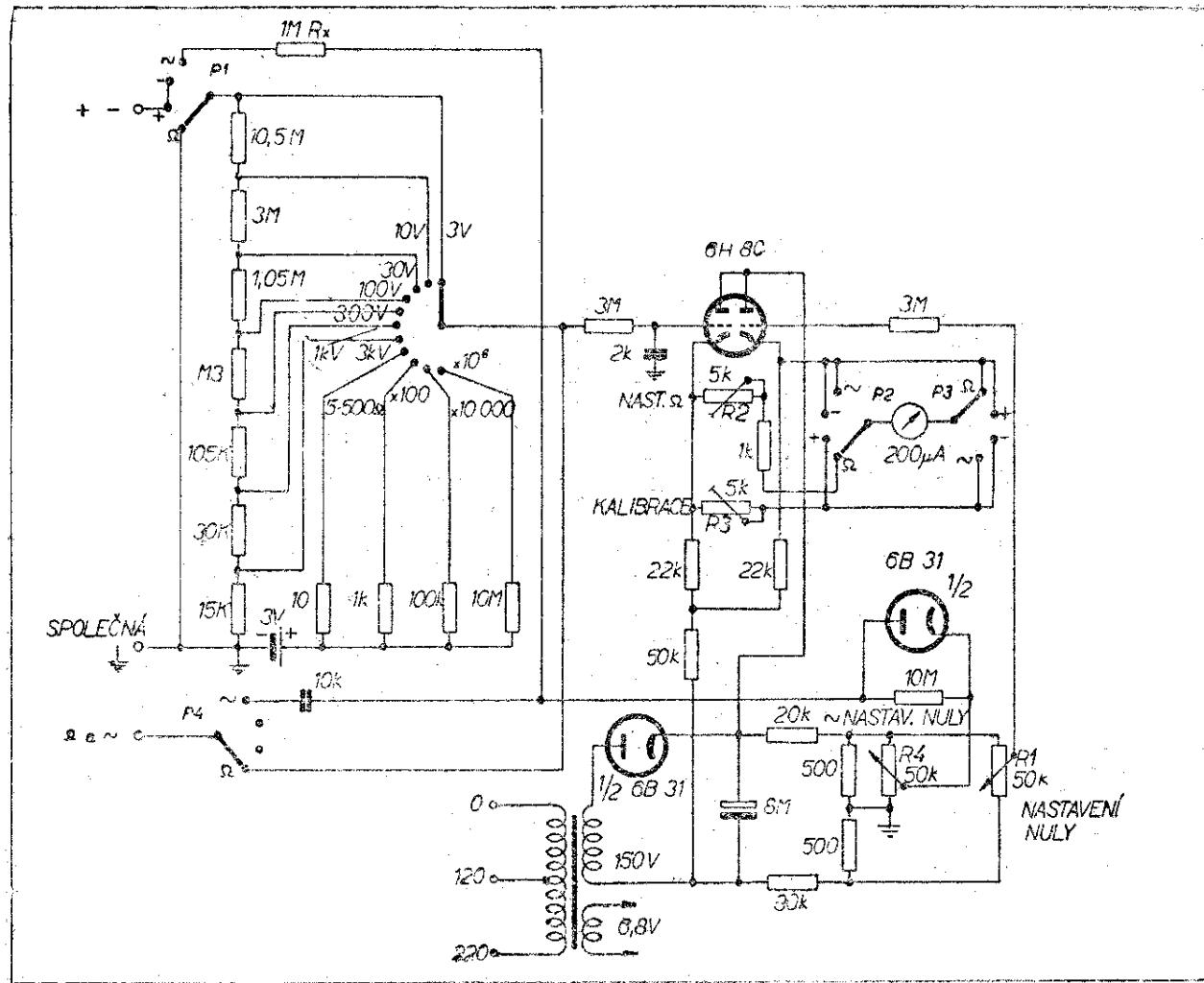
Rozšířením přístroje i na měření odporů se silně zvyšuje jeho použitelnost pro praxi. Samozřejmě, že i u zapojení na obr. 7 možné doplnit ss elektronkový voltmetr diodovým usměrňovačem pro měření střídavých napětí. Přitom je bezpodstatné bude-li usměrňování prováděno germaniovou diodou nebo diodou vakuovou. Záleží jen na účelu, pro který chceme přístroje používat, abychom se rozhodli pro ten, nebo onen typ. Totéž platí i o rozšíření na měření VN napětí v televizních přijimačích pomocí dodatečné vysokonapěťové sondy.

Cejchování přístroje se provádí způsobem, který byl již v krátkosti popsán. Na vstupní svorky přístroje, který je delší dobu v provozu, aby se ustálily jeho provozní hodnoty, přivedeme napětí známé hodnoty. Přístroj má ovšem již správně nastavenou nulovou polohu ručičky měřicího přístroje. Napětí přiváděné na vstup má hodnotu odpovíd-

jící maximální hodnotě (konečné hodnotě nejnižšího napěťového rozsahu). Regulátorem 500 Ω označeným kalibračním voltům se nastaví na měřicím přístroji elektronkového voltmetu plná výchylka přístroje. Při postupném zmenšování napětí na vstupu elektronkového voltmetu zaznamenáváme polohy odpovídající jednotlivým napětím na stupnici měřicího přístroje. Protože základní rozsah 1 V zabírá poměrně krátkou část charakteristiky elektronky, není třeba mít zvláštních obav z nesouhlasu stupnice vnesené při vyšších napěťových hodnotách. Stupnice změřená při jednom voltu vstupního napětí by měla platit s patřičným násobitelem i pro rozsah 3 V nebo i do 5 V. Přesto neuškodí, když po provedeném cejchování základního rozsahu (t. j. nejcitlivějšího) provedeme ještě kontrolu i na vyšších napěťových rozsazích. Případné nesrovnalosti v plné výchylce měřicího přístroje vyrovňáváme opravou hodnot odporu ve vstupním děliči.

Při měření střídavých napětí musíme cejchování provést samostatně na rozsazích 1 V, 2,5 V a 10 V. Vlivem zakřivení pracovní části charakteristiky diody bude průběh stupnice pro napětí do 1 V odlišný od průběhu napětí do dvaapůl nebo deseti voltů. Teprve průběh cejchování vyšších napětí na stupnici bude souhlasit s průběhem napětí na deseti-voltovém rozsahu. Jako všude při měření střídavého napětí, měří diodový voltmetr špičkové hodnoty, které jsou vyšší než hodnoty efektivní. Je třeba na to stále pamatovat a postarat se vhodnou volbou dodatečných seriových odporů o případné vyrovnaní průběhu stupnic pro střídavá a stejnosměrná napětí. Toto srovnání je ovšem možné jedině na vyšších napěťových rozsazích, kde konečná hodnota výchylky je alespoň 5 V.

Mechanické provedení takového přístroje závisí opět na vkusu a možnostech dílny amatéra. Také součástky, kterých se používá, mohou být libovolné. Jenom se nesmí zapomínat na to, že jde o stavbu měřicího přístroje, kde použití nekvalitních součástek má za následek narušení přesnosti s jakou přístroj měří. Proto pokud možno, nebude me do přístroje používat odpory nebo



Obr. 8.

kondensátory, které ležely kolik let ve škatulích domácí zásobárny a u kterých odhadujeme hodnotu, protože tisk je natolik smazán, že nelze s bezpečností a jistotou přečíst, co je na součástce napsáno. Jedině jakostní součástky mohou zaručit, že přístroj nepozbude během krátké doby značnou část své technické hodnoty jenom proto, že odpory nebo jiné součástky zestárlly a tím změnily své hodnoty. Totež platí i o přepinačích, které mají mít dotyková pera postříbřena. Jejich konstrukce a mechanické provedení musí být natolik robustní, aby vydrželo časté přepínání, které je u měřicího přístroje podobného druhu nevyhnutelné. Vůbec všechny dotyky, obzvláště běžce potenciometru mohou způsobit značné svízele proměnnou hodnotou přechodového odporu. Měnící se

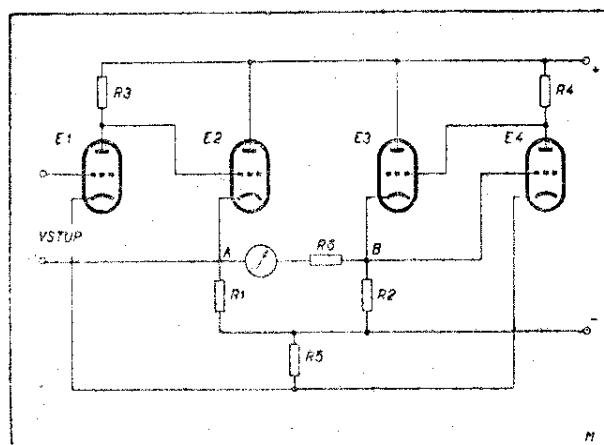
přechodový odpór se projeví až po nějakém čase labilitou polohy ručkového měřicího přístroje. Vyhledávání příčiny lability je většinou velmi zdlouhavé a svízelné. Proto při konstrukci budte předem pamětliví těchto možných nedostatků součástek a vyvarujte se zámonování součástek pochybné jakosti.

Kombinováním zapojení na obr. 5 s diodou pro usměrňování střídavého napětí a doplněním provozních možností o měření odporů vzniklo zapojení na obr. 8. Je to opět elektronkový voltmetr zapojený jako můstkový obvod s měřicím přístrojem udávajícím rozdíl v proudech katod. Tento přístroj používá jako indikátoru panelový přístroj s rozsahem do $200 \mu\text{A}$. V uvedeném zapojení vyhoví i měřicí přístroj se základním rozsahem $400 \mu\text{A}$ a vnitřním odporem 500Ω .

Rozsahy napětí měřené elektronkovým voltmetriem jsou 3, 10, 30, 100, 300, 1000 a 3000 V. Hodnoty měřených odporů jsou od $0,5 \Omega$ do 500Ω s násobiteli $1 \times$, $100 \times$, $10\,000 \times$ a $10^6 \times$. To znamená, že lze měřit odpory do $500\,\text{M}\Omega$.

Přístroj je ovládán dvěma hlavními přepínači, umístěnými na předním panelu. Přepínač funkcí umožňuje použít přístroje pro měření odporů (v ohmech), stejnosměrných kladných a záporných napětí nebo střídavých napětí. Přepínač rozsahů naproti tomu provádí přepínání mřížky jedné půlky elektronky 6H8C na jednotlivé odbočky děliče napětí nebo na odbočky seriových odporů pro měření odporů. Na předním panelu se nachází dále regulátor nastavení nuly a nastavení plné výchylky při měření ohmů, t. j. regulační odpor R_2 . Regulační odpor kalibrace R_3 a nastavení střídavé nuly R_4 jsou namontovány pod kostrou, protože stačí je nastavit při seřizování přístroje. Regulátor nuly R_1 nastavuje ručičku měřicího přístroje do nulové polohy při měření napětí a odporu. Regulátor střídavé nuly je nastaven tak, že poloha ukazatele měřicího přístroje se nemění při přepnutí funkčního přepínače s polohy stejnosměrného napětí do polohy střídavého napětí. Nelze-li nastavením pomocí odporu R_4 dosáhnout toho, že nulová poloha ukazatele se nemění při přechodu ze střídavých voltů na volty stejnosměrné, pak je třeba upravit hodnotu odporu R_4 tak, aby při přepínání nenastala žádná změna. Regulátorem nastavení ohmů se upravuje výchylka měřicího přístroje při měření odporů (v ohmech) na plnou výchylku, tak jak tomu bylo dosud u všech popisovaných přístrojů.

Elektronku 6H8C nebo také jinak 6SN7 není snadné získat. Protože nejsou ještě u nás na trhu dvojitě triody s dělenými katodami, budeme u většiny popsaných elektronkových voltmetrů hledat východisko z nouze zapojením dvou elektronek, na příklad pentod zapojených jako triody, nebo dvou elektronek 6CC31, z nichž u každé bude využita jen jedna polovina systému. V zapojení na obr. 8 je elektronka 6B31 jako síťový usměrňovač a současně i usměrňovač střídavého měřeného napětí. Takováto



Obr. 9.

úprava dovoluje měřit střídavá napětí maximálně do několika set kHz. Přívody k diodám, které jsou uvnitř přístroje jsou vždy poměrně dlouhé a tak indukčnosti a rozptylové kapacity jsou značné. Na druhé straně má tato úprava výhodu v tom, že nepotřebujeme speciální síťový usměrňovač. Poměrně malý anodový proud celého přístroje stačí dodat polovina systému elektronky 6B31. V případě, že půjde o to měřit vysokofrekvenční napětí mnohem vyšších kmitočtů, pak je nejlépe přístroj doplnit ještě malou sondou s krystalovou diodou. Usměrněné napětí ze sekundáru síťového transformátoru má hodnotu asi 150 V. Tato hodnota plně postačí pro spolehlivý provoz přístroje. Tak jako u druhých dříve popsaných měřicích přístrojů, i zde je úprava možná podle individuálních možností amatéra, jak materiálových, tak i výrobních. Přístroj zapojený podle obr. 8, i když se na první pohled zdá být složitější, je velmi jednoduchého provedení a složitost je zdánlivá tím, že v přístroji jsou seskupeny tři samostatné funkční celky. Při trošce pozornosti podaří se jistě každému zájemci sestavit a uvést jej v chod, a tak obohatit svou dílnu o velmi důležitý přístroj.

Elektronkové voltmetry jsou v zásadě zařízení měnící impedanci, jejichž účelem je, co nejvíce odlehčit zdroj napětí při měření. V předešlém výkladu jste si jistě všimli, že zmínka o doplňku pro měření střídavých napětí byla více méně okrajová. To proto, že usměrňovacích doplňků je zapotřebí jen při měření stří-

davého napětí. I když většina elektronkových voltmetrů je zařízena na měření střídavých napětí, je hlavním účelem elektronkových voltmetrů měření napětí s vysokým vnitřním odporem měřicího přístroje. Protože elektronky jsou součástky, u kterých lze snadno dosáhnout velmi vysokých vstupních odpórů a poměrně nízkých výstupních odpórů, používají se proto s oblibou jako impedanční transformátory. Protože ale elektronka mimo předností má celou řadu nedostatků, všimneme si blíže celé stavby impedančního transformátoru a jeho vlastností. Ideální stav u impedančního transformátoru by byl ten, při kterém je vstupní impedance nekonečně vysoká a výstupní impedance má nulovou hodnotu. Tyto požadavky kladené na elektronkový voltmetr jsou dálko známé. Bohužel, praktické provedení zůstává daleko za vytěsněným ideálním stavem. Vstupní impedance na příklad bývá označována za nekonečně velikou pokud napětí na mřížce je záporné. Předpokládá se, že pokud mřížka je záporná vzhledem ke katodě, že neteče žádný mřížkový proud.

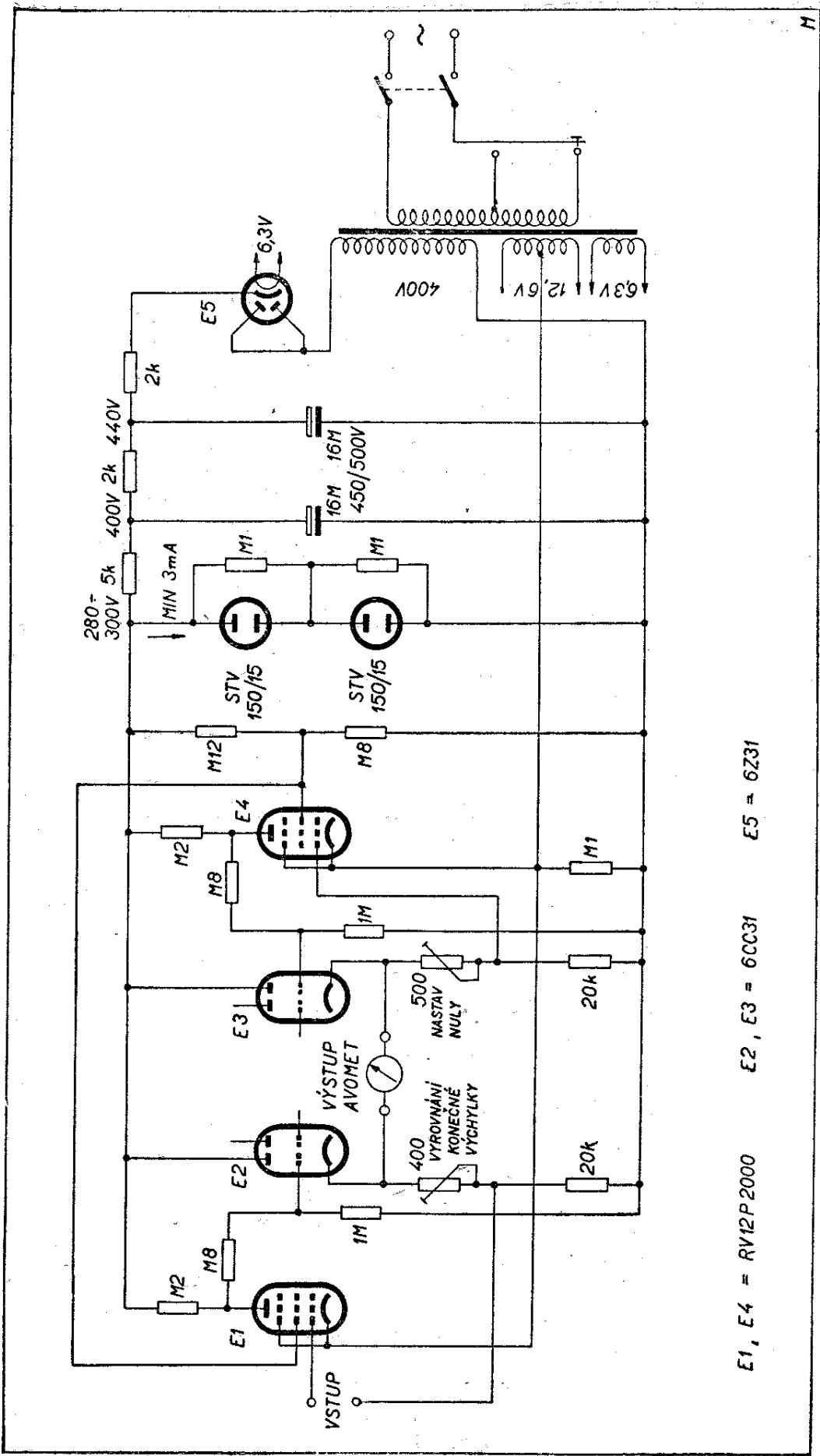
V zapojeních, kde mřížkový svod zřídka přesahuje hodnotu $1 \text{ M}\Omega$ a kde případné nepatrné posunutí pracovního bodu je celkem bezvýznamné, je tento předpoklad s dostatečnou přiblížností správný. Horší situace nastane v měřicích zařízeních, kde pracujeme s mřížkovými svody mnohem vyššími než $1 \text{ M}\Omega$ a kde nežádaný posuv pracovního bodu o zlomek voltu je nepřípustný. V elektronkovém voltmetu s dvojitou triodou na př. podle zapojení obr. 5 se předpokládá, že změny v napájecím napětí mají vliv na obě triody současně, takže nastavení nuly se nemění. Dále se předpokládá, že zpětná vazba vznikající při zapojení elektronky jako katodový sledovač má stabilizační a linearizační vliv. To vše je sice pravda, ale jeden z hlavních činitelů je zanedbáván. Je jím skutečná netečnost mřížky vůči vlastnímu proudům. Obvykle se dostává na mřížku při nízkých hodnotách předpětí náběhový mrak elektronů. Při dostatečně vysokém předpětí sice tento mrak elektronů od mřížky odvrátíme, ale nastává druhý jev, emise mřížky.

Katodová vrstva se při výrobě elektronek vždy přenáší ve větší nebo menší míře na řídicí mřížku. Když pak zapojíme do řídicí mřížky velký svod na př. rádové $20 \text{ M}\Omega$, pak emise mřížky převládne a předpětí přestane mít vliv na řízení proudu elektronky.

Mřížka s drobounkými částicemi emisní hmoty vysílá do prostoru elektrony. Pokud je mřížkový svod malé hodnoty, na př. do půl nebo do jednoho $\text{M}\Omega$, stačí přebytek elektronů s předpěťového zdroje krýt spotřebu odlétajících elektronů. Mřížka zůstává zápornou. Jakmile ale uděláme mřížkový svod o vysoké hodnotě, na př. $20 \text{ M}\Omega$, pak přebytek elektronů z předpěťového zdroje se nedostane na mřížku, za to ale mřížka bude dále emitovat elektrony směrem k anodě. Emisí elektronů, která nastane na mřížce, nabije se tato na kladný potenciál, na kterém setrvá nezávisle na tom, jakou hodnotu má mřížkové předpětí.

Vidíme tedy, že zapojení mřížkového svodu o vysoké hodnotě má za následek ztrátu vlády nad elektronkou. Někdo namítne, proč je třeba dávat tak vysoký seriový odporník do mřížky? Seriový odporník této hodnoty je automaticky zapojen, když požadujeme velký vstupní odporník elektronkového voltmetu. Na př. v zapojeních, které jsme dosud probírali, pohyboval se mřížkový svodový odporník v rozmezí od 10 do $15 \text{ M}\Omega$. V běžné praxi, kde vnitřní odporník zdroje nepřestoupí hodnotu $1 \text{ M}\Omega$ se na výchylce mnoho nezmění. Jakmile ale bychom se pokoušeli měřit na zdroji s vyšším vnitřním odporem, měřili bychom nevědomky nesprávné hodnoty. Chceme-li tedy i při vyšších vstupních odporech měřit správně, pak nezbývá než užít elektronky, která má velmi nízkou mřížkovou emisi. Proslulé v tomto směru byly elektronky typu EF6, kterých se používalo dokonce jako elektrometrických elektronek. Dovoľovaly při sníženém napětí na anodě a desetiprocentním podžhavení zapojit mřížkové svody 100 i $150 \text{ M}\Omega$ bez nebezpečí převládnutí mřížkové emise.

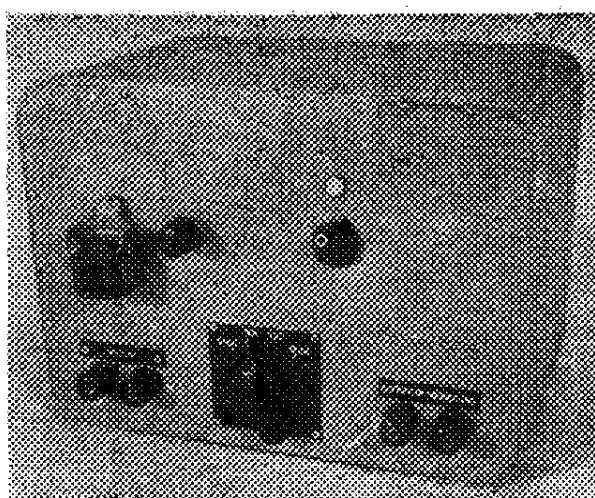
Na druhé straně jsou miniaturní elektronky významné právě opačnou vlast-



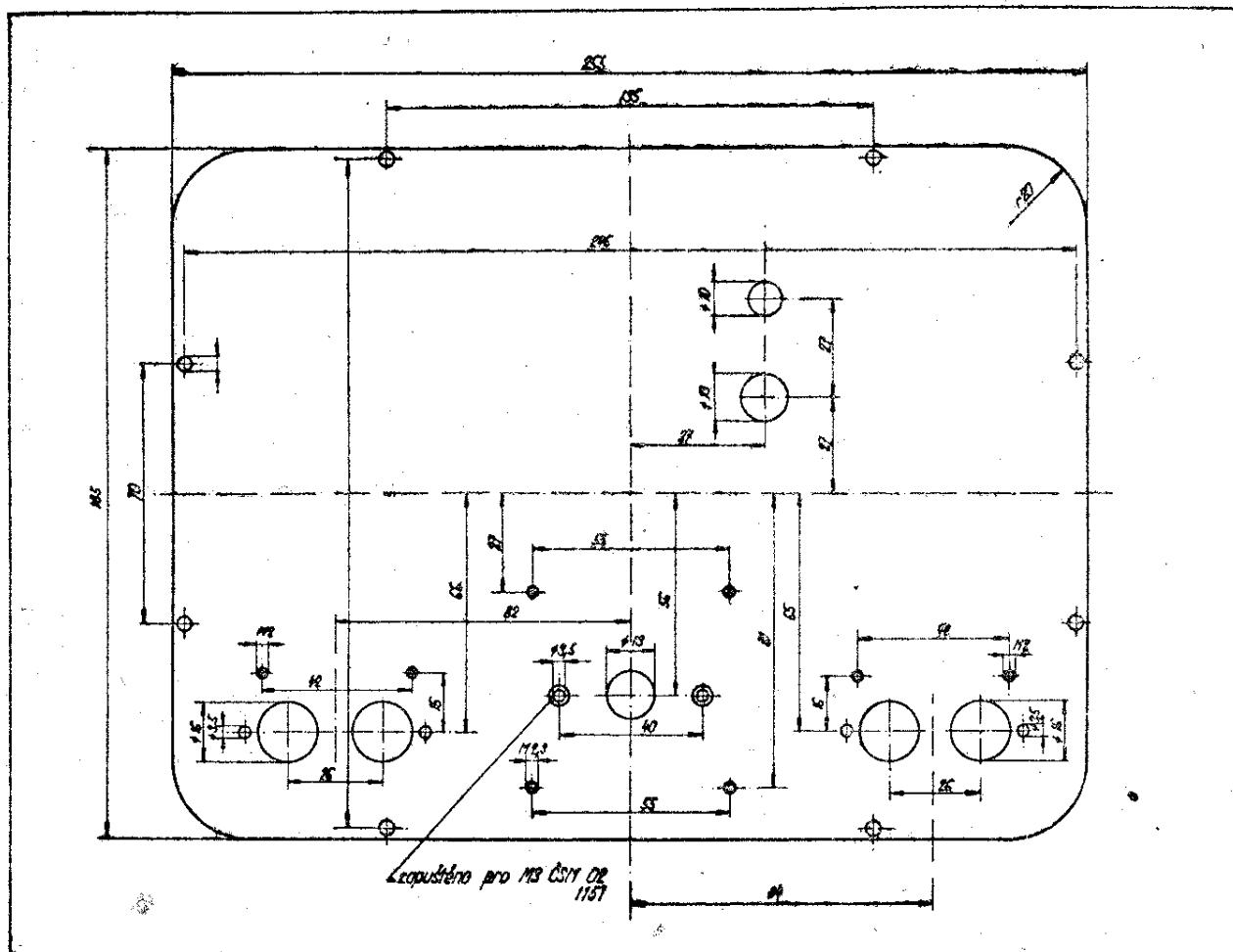
$E_1, E_4 = RV12P\ 2000 \quad E_2, E_3 = 6CC31 \quad E_5 = 6Z31$

Doplňte si označení odporů na obrázku. Odpor v anodě elektronky $E_1 - M2 = R_3$, mřížkový svod $E_2 = R_8$, mřížkový svod $E_3 = R_9$.
 Regulátor konečné výchylky $= R_6$. Odpor 20k v katodě $E_2 = R_8$. Odpor 20k v katodě $E_3 = R_2$. Nastavení nuly $= R_7$. Odpor v anodě $E_4 - M2 = R_4$. Z anody na mřížku $E_3 - M8 = R_{10}$. Mřížkový svod $E_3 = R_{11}$.

nosti. V normálních provozních podmínkách nepřipouští většina miniaturních elektronek mřížkové svody větší jak M1 nebo maximálně M5. Z dnes běžně dostupných elektronek je po stránce malého mřížkového proudu snad nejlepší elektronka RV12P2000. Bohužel, požadavek na elektronku, aby měla vysokou vstupní impedanci, je neslučitelný s požadavkem, aby výstupní impedance byla nízká. Jediné řešení, které z toho vyplývá, spočívá v kombinaci dvou elektronek. Jedné elektronky pro vysokou vstupní impedanci a elektronky druhé pro nízkou výstupní impedanci. U výstupní elektronky je požadavkem vysoká strmost. Na př. elektronka se strmostí 5 mA/V má výstupní impedanci jako katodový sledovač $1/S = 200 \Omega$. Při zapojení na obr. 9, kde jsou elektronky E2 a E3 zapojeny jako katodový sle-



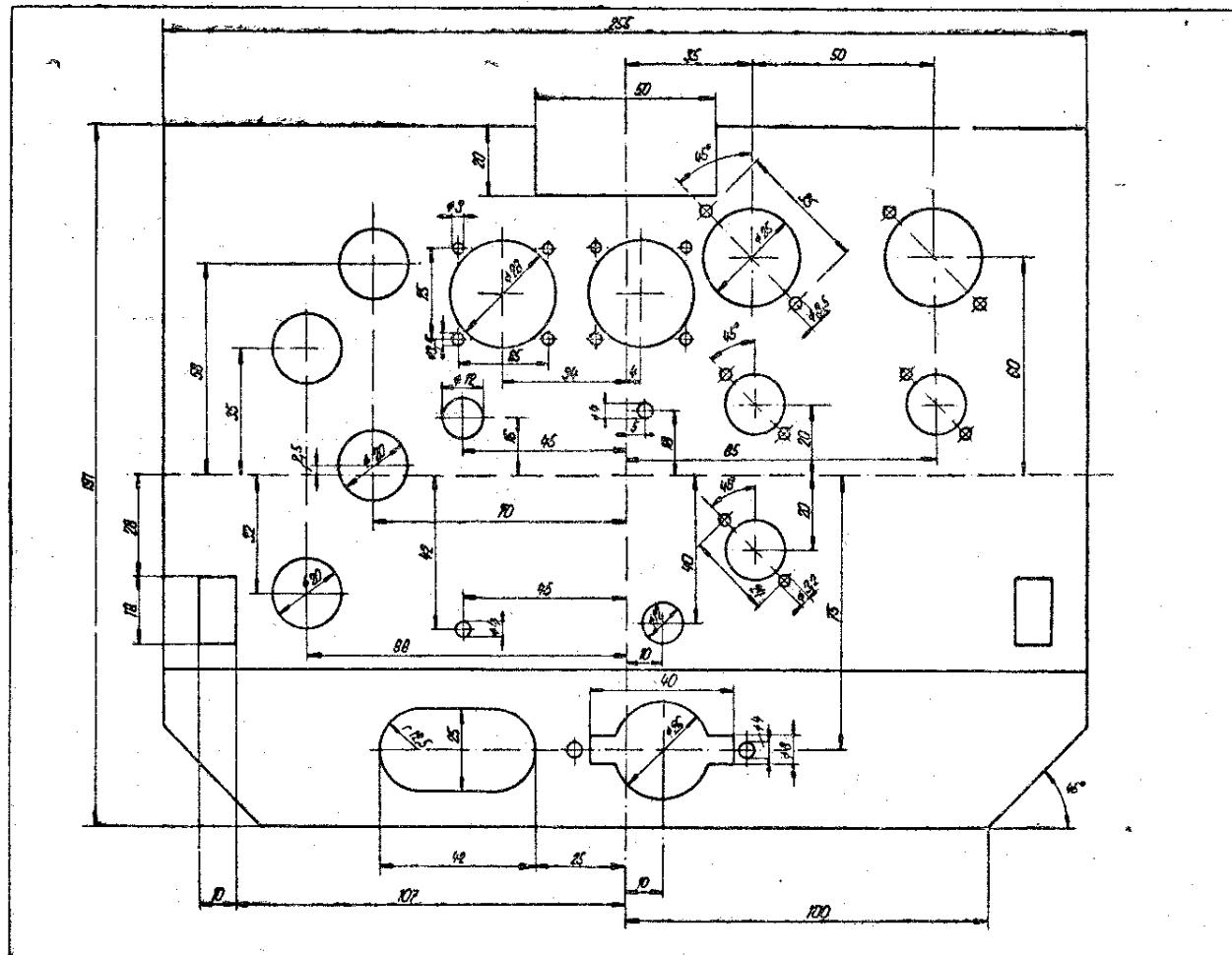
Obr. 11. Na tomto obrázku je nad vstupní svorkou zástrčka pro připojení sondy na střídavá měření. Vedle je regulátor nastavení nuly. Obě tyto součástky nejsou na rozměrovém výkresu obr. 12 vyznačeny.



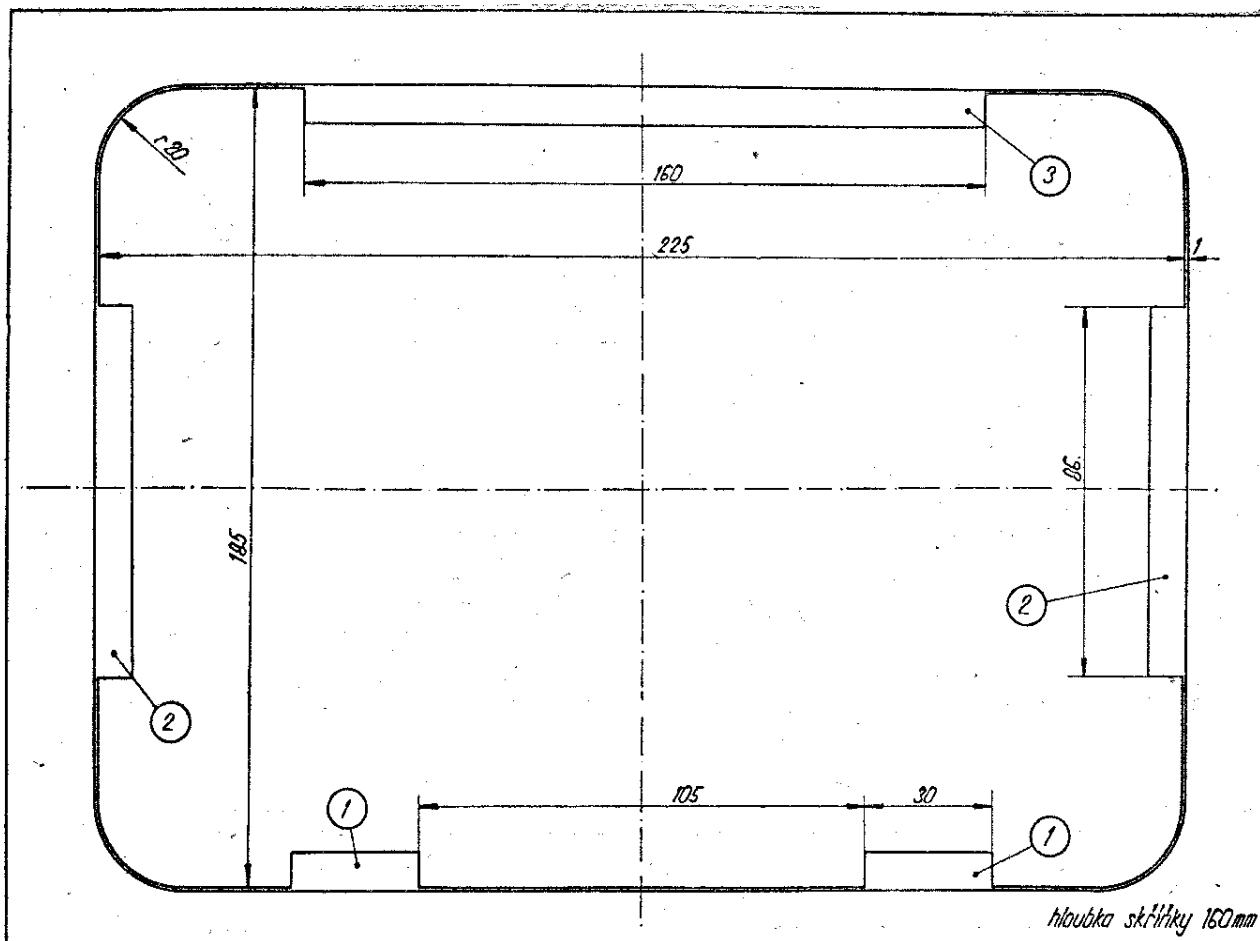
Obr. 12.

dovač a kde měřicí přístroj je mezi katodami, je výstupní impedance dvojnásobná (bez uvažování elektronek E1 a E4), t. j. 400Ω . Předpokládejme dále, že nejnižší měřený rozsah je 1 V a že použitý měřicí přístroj má spotřebu 1 mA na plnou výchylku. Pak doplňující odpor R_s doplní hodnotu 400Ω na potřebnou výslednou 1000Ω . Z 1000Ω je 400Ω závislých na elektronice, na její strmosti a změnách elektrických hodnot. Postupná změna strmosti stárnutím elektronky působí chybu a mimo to by nebylo možné vyměňovat elektronky bez nového nastavení kalibrace měřicího přístroje. Je však známo, že hodnota výstupní impedance elektronky $1/S$ se zmenšuje o hodnotu zisku, který nastane ve zpětnovazební větvi. Elektronka RV12P2000 je výbornou elektronkou pro zesilování napětí. Kombinací kato-

dového sledovače, na př. podle obrázku 5, se zesilovačem napětí ve zpětnovazební větvi, vzniklo zapojení, které vidíte na obr. 9. Elektronky E2 a E3 jsou výstupní elektronky, E1 a E4 jsou elektronky s vysokou vstupní impedancí, zapojené tak, že jejich plný zisk je přiváděn na elektronky E2 a E3. V zapojení na obr. 5 byla mřížka pravé elektronky uzemněna. Dostávala napětí, které vznikalo na odporu mezi katodou a zemním koncem. V zapojení na obr. 9 je mezi katodu elektronky E3 a zemním koncem, paralelně ke katodovému pracovnímu odporu R_s , zapojena mřížka elektronky E4. Napětí, které se dostává na mřížku je elektronkou zesilováno a zesílené dodáváno na mřížku katodového sledovače E3. Obdobně je tomu i mezi elektronkou E1 a E2, kde nastává porovnávání výstupního napětí se vstupním.



Obr. 13.

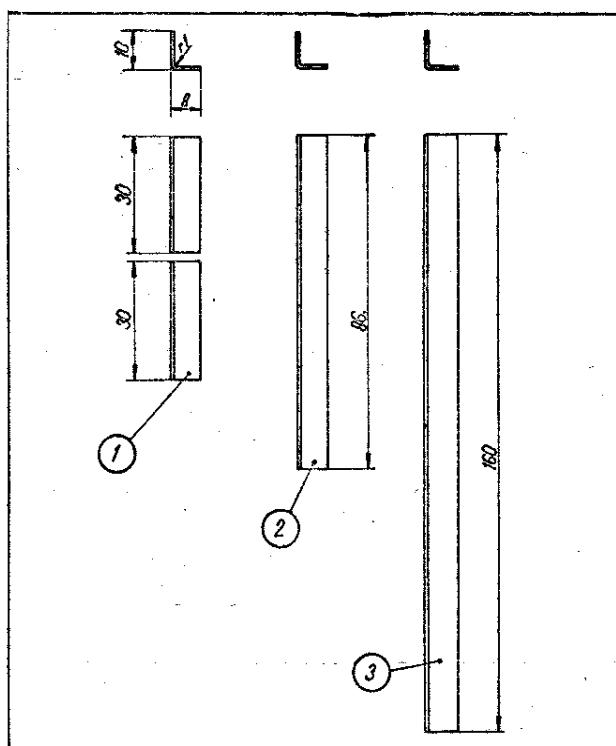


Obr. 14. ↑

Obr. 14a. ↓

Jelikož zisk v elektronkách E1 a E4 snadno dosáhne hodnot až asi $100\times$, je i výstupní impedance menší o toto zesílení. V zapojení podle obrázku 5 byla výstupní impedance asi $400\ \Omega$, kdežto v zapojení podle obr. 9 klesá na hodnotu $100\times$ menší, t. j. asi $4\ \Omega$. Tím, že výstupní impedance tímto zapojením klesla na hodnotu několika málo ohmů, je možno zapojit stejnosměrný voltmetr, na př. Avomet přímo mezi katody elektronek E2 a E3, a tak měřit vstupní napětí přímou metodou. Jelikož výstupní impedance je jenom několik málo ohmů proti 1000 ohmovému vnitřnímu odporu měřicího přístroje, je i změna této výstupní impedance, působená stárnutím elektronek, bezvýznamná a zanebatelná.

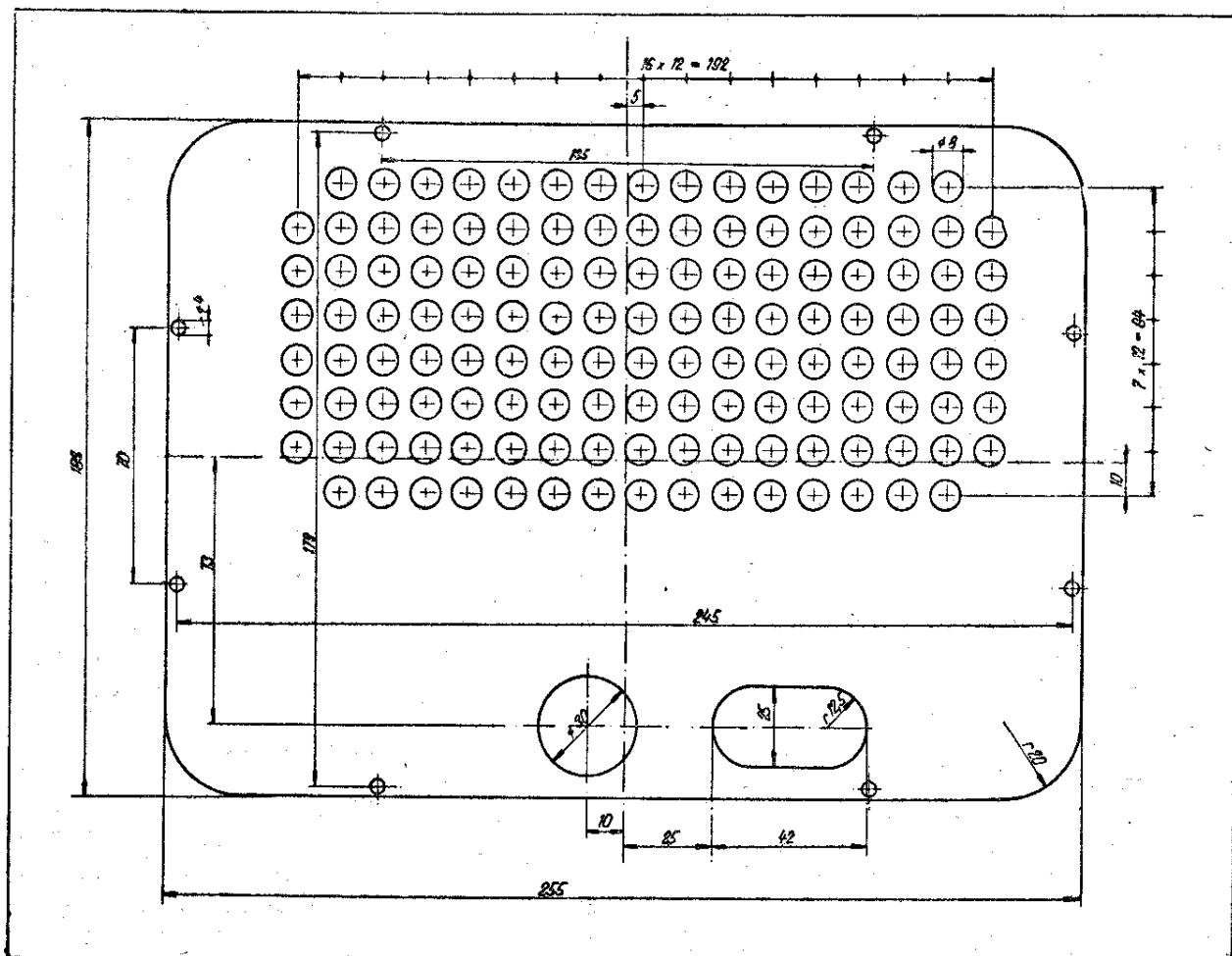
Nízká výstupní impedance dovolí zapojit dokonce i měřicí přístroj se spotřebou 3 mA, aniž by se zapojení přístroje s tak velkou spotřebou projevilo na výsledné výchylce. Znamená to, že s tímto elektronickým impedančním transfor-



mátem můžeme pomocí Avometu měřit s přesností rovnající se přesnosti samotného Avometu stejnosměrná napětí při vstupním odporu adaptoru několik desítek $M\Omega$. A nejen to. Až do rozsahu 50 V měřeného napětí je elektronkový impedanční transformátor nezávislý na stupni napětí. Jinými slovy, můžeme měřit stejnosměrná napětí až do 50 V pouhým přepínáním přepinače rozsahu na Avometu. Ale i vyšší rozsahy není obtížné měřit. Avomet necháme přepnutý na 60 V rozsahu a vyšší napětí dělíme vysokoohmovým vstupním děličem na hodnotu zpracovatelnou elektronickým impedančním transformátorem. Je možné bez obtíží upravit vstup i pro měření napětí v televizoru, t. j. do 15 až 20 kV.

Všimněme si, jak pracuje náš elektronický impedanční transformátor. Ne-

hledě na skutečné hodnoty napětí, předpokládejme, že napětí v bodě A je pro nás výklad nulové. Připojením napětí — 1 V na vstup způsobí, že anodový proud elektronky E1 se zmenší, v důsledku čehož stoupne napětí na anodě a klesne napětí na katodě. Stoupající anodové napětí elektronky E1 zvýší napětí na mřížce elektronky E2. V důsledku toho stoupá i napětí v bodě A. A protože bod A je zapojený v serii se vstupním napětím do mřížky elektronky E1, má tato změna napětí snahu neutralisovat vliv vstupního měřeného napětí. Představme si, že katoda elektronky je udržovaná nějakým vhodným způsobem na stálém potencionálu a že zesílení od mřížky elektronky E1 na katodu elektronky E2 je řádově $100\times$, pak změna napětí 0,01 V na mřížce elektronky E1 by stačila zdvihnout napětí katody

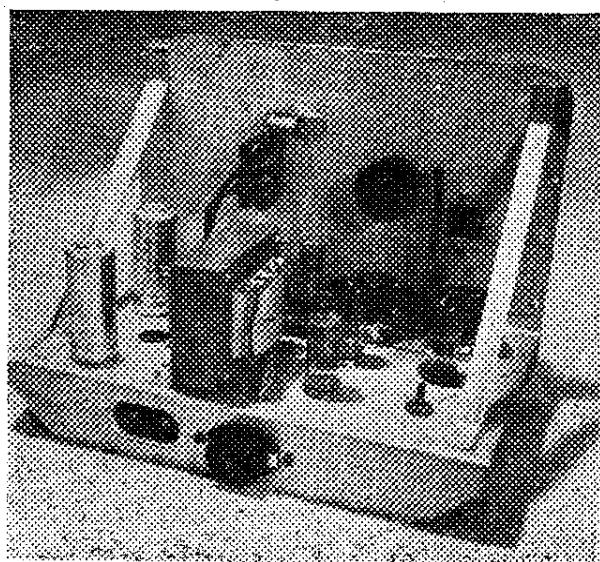


Obr. 15.

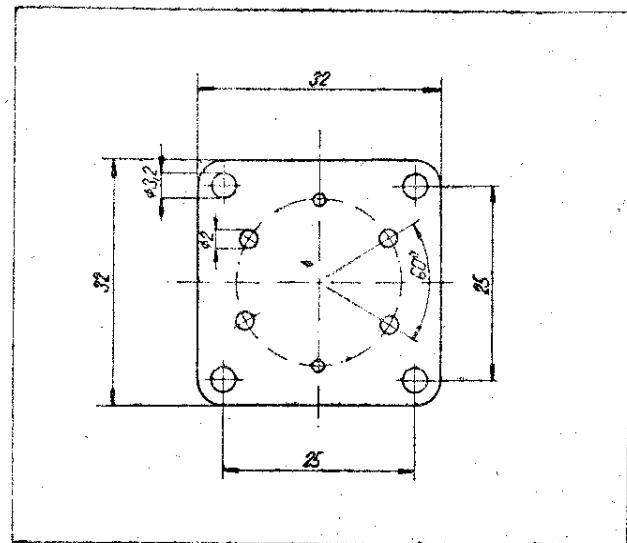
elektronky E2 o 1 V. Skutečnost je taková, že připojení napětí na vstup má za následek ne snížení mřížkového napětí, ale zvýšení napětí v bodě A o prakticky plnou hodnotu napětí na vstupu.

Přivedením záporného napětí na mřížku elektronky E1 kleslo současně napětí na její katodě, t. j. na odporu R_5 . Pokles napětí na katodě elektronky E4 je totožný se stoupnutím mřížkového napětí. Stoupnutí mřížkového napětí elektronky E4 má za následek zvýšení anodového proudu elektronky E4. Toto zvýšení je takové, že téměř vyrovnává změnu nastalou poklesem anodového proudu elektronky E1 na odporu R_5 . Současně stoupnutím anodového proudu elektronky E4 klesá napětí na anodě a v důsledku toho i napětí na mřížce elektronky E3. Vidíme tedy, že zatím co napětí v bodě A vzrostlo, kleslo napětí v bodě B. Vychází z toho, že napětí mezi body A a B sleduje napětí, které bylo na vstupu. Výsledný rozdíl je nepatrny.

V praxi zapojením podle obr. 9 by se při správných předpětích na elektrodách objevilo na anodě elektronek E1 a E4 napětí záporné vůči katodě. To proto, že mřížka elektronky E1 je proti bodu A zápornější. Naproti tomu katoda elektronky E1 je o hodnotu předpětí proti mřížce kladnější. Zhruba je tedy katoda elektronky E1 kladnější než bod A a mřížka elektronky E2 spojená s anodou elektronky E1 zápornější než bod A.



Obr. 16.



Obr. 17.

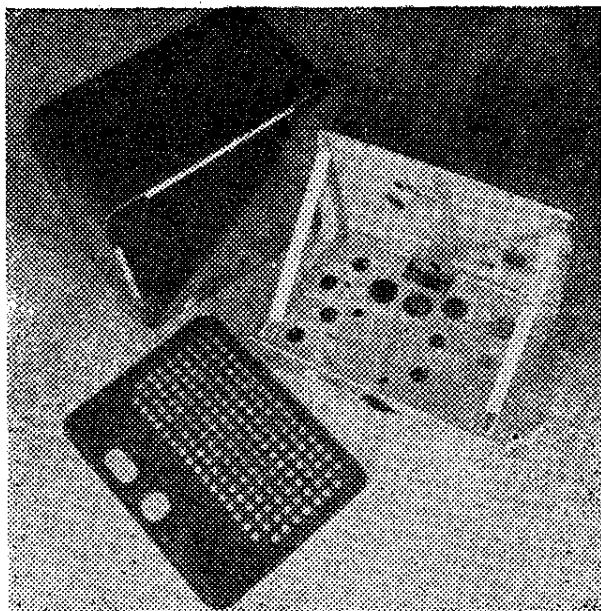
To znamená, že elektronka E1 ve skutečnosti dostává záporné napětí na anodě. Aby tento zjev nenastal, je v praktickém zapojení na obr. 10 zapojen dělič mezi anodu elektronky E1 a mřížku elektronky E2. Dělič pozůstává z odporů R_8 a R_9 , případně R_{10} a R_{11} . Tento dělič umožňuje anodě elektronky E1 být kladnější než nebo katoda mřížka elektronky E2 aniž by tím trpěla funkce vlastní. Tento odporový dělič snižuje sice zesílení ve zpětnovazební věti zhruba na polovinu, přesto se tento úbytek zesílení tříživě neprojeví. Výstupní napětí je o něco nižší než vstupní napětí. I když rozdíl je nepatrny a obnáší maximálně asi 2%, lze jej přesto úplně odstranit vložením dodatečných odporů R_8 a R_9 do katod elektronek E2 a E3. Bude-li poměr rozdílů mezi výstupním napětím a vstupním napětím ke vstupnímu napětí stejný jako poměr odporu R_8 ku R_1 , nastane úplné vykompensování chyby. Matematicky vyjádřeno to znamená, že

$$\frac{(V_{vstup} - V_{výstup})}{V_{vstup}} = \frac{R_8}{R_1}.$$

Praktická konstrukce elektronického impedančního transformátoru je patrná z dalších obrázků. Na obr. 11 vidíme celkový pohled na přístroj. Levá dvojice svorek jsou vstupní svorky pro měřené napětí. Pravá dvojice svorek jsou svorky výstupní pro měřicí přístroj Avomet. Uprostřed panelu je přepinač vstupních

napětí pro napětí vyšší než 50 V. Nad ním se nalézá síťový vypinač a signální žárovka. Nad vstupními svorkami je zástrčka pro diodovou sondu na měření střídavých napětí. Celý přístroj je montován na kovovou kostru, pozůstávající z předního panelu a kovové montážní kostry. Montážní kostra je přichycena k přednímu panelu několika nýtky a vyztužena dvěma příčnými nosníky. Rozměrový výkres panelu je na obrázku 12. Výkres kostry vidíte na obr. 13.

V zadní straně montážní kostry je uchycena vanička pro síťovou zástrčku a volič síťového napětí. Celek je montován do skříně z 0,8 silného železného plechu. Rozměry skříně jsou patrný z obr. 14. Skříň uzavírá zadní stěna zhotovená podle výkresu obr. 15. Rozmístění součástek na kostře vyplývá z obrázku 16. U předního panelu jsou obě elektronky RV12P2000. Za nimi jsou umístěny elektronky 6CC31 a u zadního okraje se nalézá síťová usměrňovací elektronka 6Z31. V levé části montážní kostry je uchycen síťový transformátor a vedle něho filtrační elektrolytické kondensátory. Mezi transformátorem a předním panelem se nalézají oba stabilisátory anodového napětí, výprodejní typy STV150/15. Protože objímky na tyto elektronky nejsou k dostání, byla speciálně vykonstruována jednoduchá objímka z pertinaxové destičky a malých



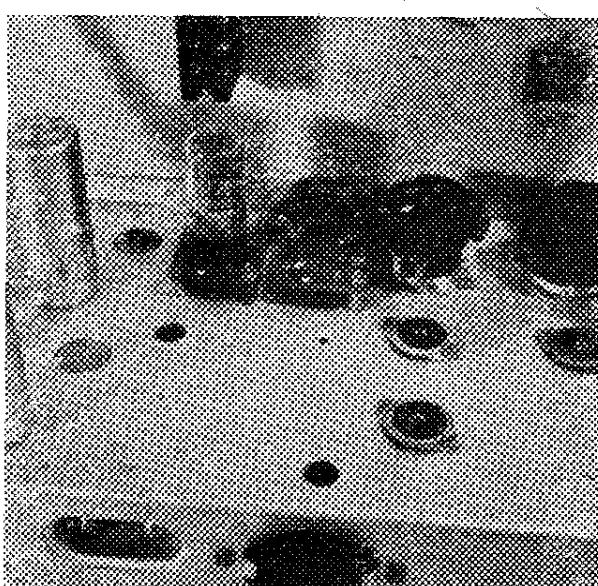
Obr. 19.

fosforbronzových plíšků, jejíž detailní záběr vidíme na obr. 18. Obr. 19 umožňuje učinit si představu o tom, jak vypadá hotová kovová kostra i skřínka bez namontovaných součástek. Po namontování a propojení vyhlíží kostra zespodu tak, jak nám ji představuje obrázek 20. Hotový přístroj zasunutý do skříně bez přišroubované zadní stěny je patrný z obrázku na titulní straně.

Zapojení celého přístroje vysvítá ze schematu obr. 10. V zapojení vlastním není žádných zvláštností a díky mohutné zpětné vazbě je přístroj do značné míry necitlivý na jakékoliv změny v hodnotách součástek, pokud se ovšem pohybují v rozumných mezích. Jediné kritické součástky jsou odpory použité ve vstupním děliči napětí. Zapojení vstupního děliče napětí vidíme na obr. 21.

Oba stabilisátory napětí jsou zapojeny do série a vyžadují, aby byly přemostěny odpory pro vyrovnání napětí při zapalování.

Hodnoty síťového transformátoru jsou následující. Na jádře z EI plechů o průřezu 25 cm^2 je vinuto primární vinutí, pozůstávající z 840 závitů, drát průměr 0,3 mm pro 120 voltovou část, zbývající dodatková část do 220ti voltů pozůstává ze 700 závitů drátu $\varnothing 0,2 \text{ mm}$. Sekundární vinutí má 3 200 závitů drátu

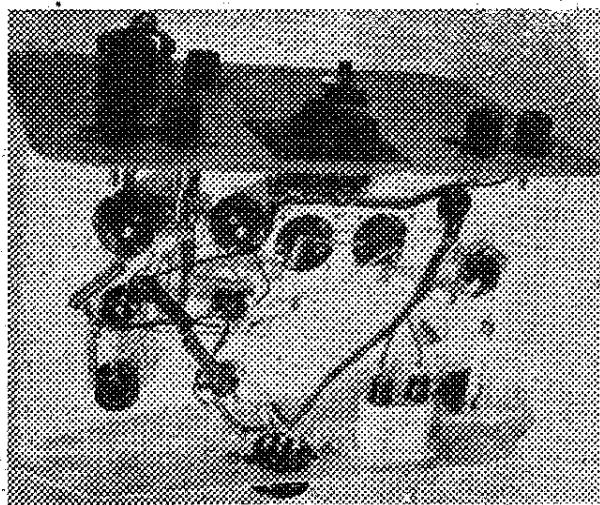


Obr. 18.

\varnothing 0,09 mm. Je to vinutí na 400 V, ze kterého je odebíráno anodové napětí. Dále se na sekundární straně nalézají ještě dvě žhavicí vinutí a to 6,3 V — 50 závitů z drátu \varnothing 0,9 mm a 12,6 V — 100 závitů z drátu \varnothing 0,3 mm.

Tento přístroj lze také použít na měření odporů, při čemž do jeho vstupních svorek připojíme zdroj napětí spolu s patřičnými seriovými odpory, které přepínáme. Paralelně ke vstupním zdírkám je pak zapojován měřený odpor. Celé zapojení doplňku pro měření odporu je podobné jako v zapojení na obr. 6 nebo 8.

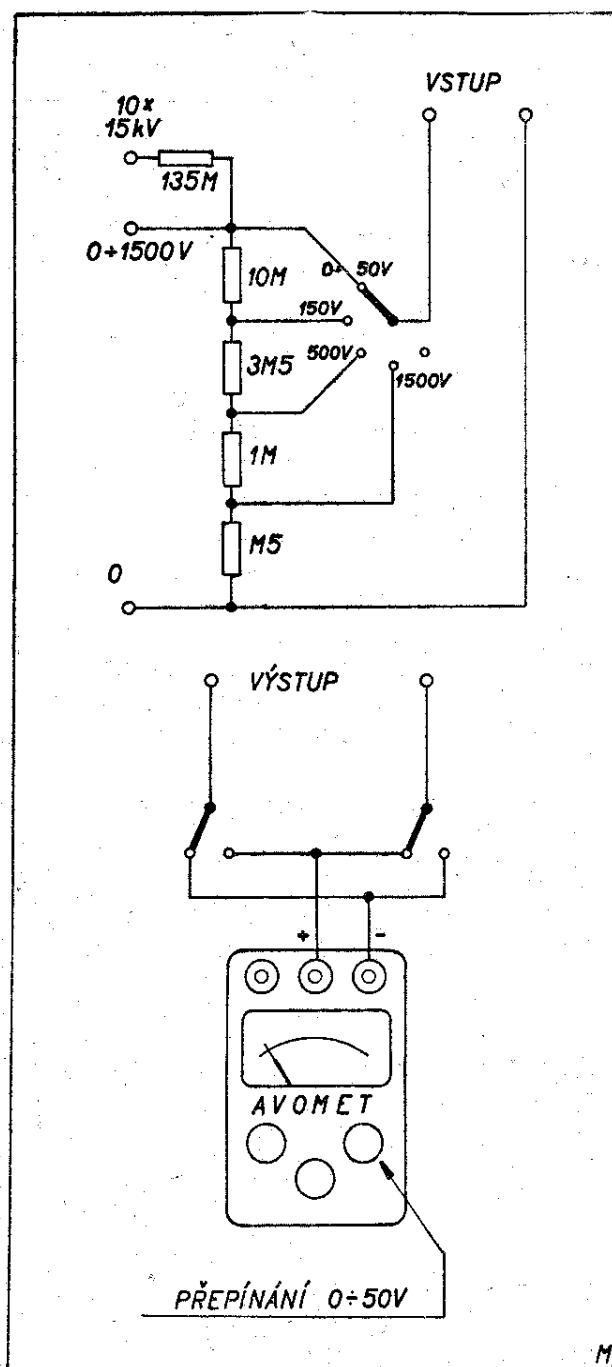
A nakonec několik zajímavostí o činnosti přístroje. Přesto, že zesílení elektronek E1 a E4 je jen poloviční z možného zesílení, je výstupní impedance asi 5 ohmů, takže i na nejnižších rozsazích s měřicím přístrojem o vlastní spotřebě 3 mA na plnou výchylku je výstupní napětí o méně než 1% menší než vstupní napětí. 10% pokles žhavicího napětí má za následek sotva patrné posunutí nuly a žádnou patrnou změnu v kalibraci. Podobné malé změny v posunutí nuly má za následek i 10 % změna anodového napětí. Vcelku je stabilita přístroje mimořádná a obzvláště stálost nastavení nuly nutno považovat za velikou přednost. Ani veliké změny ve strmosti elektronek E2 a E3 nemají patrného vlivu na kalibraci. O něco kritičtější jsou změny elektronek E1 a E4.



Obr. 20.

které mají za následek jisté posunutí nastavení nuly, které však lze bez nesnází opravit regulátorem nuly a které nemá patrného vlivu na cejchování připojeného měřicího přístroje.

Při uvádění přístroji do chodu se může stát, že regulátor pro nastavení nuly v katodě elektronky E₃ nebude ve středu své dráhy. Při správném vynulování přístroje se běžec nalézá v některé krajní



Obr. 21.

poloze. Příčinou je nestejný poměr dělení napětí u elektronky E_1 a E_4 . Děliče napětí zapojené mezi anodu a zápornou větví přístroje dodávají napětí mřížkám elektronek E_2 a E_3 . Nejsou-li dělicí poměry v obou děličích stejné, pak nebude regulátor nastavení nuly při vyrovnaní uprostřed své dráhy. Na polohu nuly má částečně vliv i nastavení regulátoru konečné výchylky v katodě elektronky E_2 . Při jeho nastavování je třeba několikrát opravit i polohu nuly.

Elektronky E_2 a E_3 využívají pouze poloviny systému elektronky 6CC31. To proto, že paralelní připojení druhé poloviny elektronky nemění nic na funkci přístroje a jen zbytečně zvyšuje spotřebu usměrněného napájecího proudu.

Odpory v kladné věti eliminátoru, zapojené mezi katodou elektronky E_5 a doutnavkovými stabilisátory, které ve schematu na obr. 10 mají úhrnnou hodnotu $9\text{ k}\Omega$, je třeba nastavovat individuálně. Podmínkou je, aby při provozu nebylo na žádném z elektrolytů napětí vyšší než 450 V. Přitom ale musí stabilisátory bezpečně zapalovat. Ve vzorkovém přístroji byl úhrnný proudový příkon z eliminátoru 24 mA. Z toho odebíral přístroj 16 mA a přes stabilisátory tekl proud 8 mA.

Žhavicí vinutí 6,3 V napájí žhavení elektronek E_2 , E_3 , E_5 i osvětlovací žárovky. Protože katody těchto elektronek mají každá jiné napětí, je i potenciální rozdíl mezi žhavením a vláknem různý. Elektronky E_2 a E_3 mají dovolené provozní napětí mezi katodou a vláknem 90 V. Elektronka E_5 snese trvale mezi katodou a vláknem 450 V.

Aby nenastalo probití isolace, spojíme žhavicí vinutí jedním koncem s katodou elektronky E_3 . U elektronky E_3 tím prakticky odpadne napěťové namáhání katodové isolace. U elektronky E_2 a E_5 nepřestoupí napětí mezi katodou a vláknem dovolenou mez. Tento stav zůstane zachován i při provozu, kdy se napětí na katodách mění vůči zápornému bodu zapojení. Samozřejmě, že za těchto podmínek musí být obě jímka osvětlovací žárovky isolována proti kostře. Střídavé napětí na transformátoru nepoužijeme vyšší než 400 V, aby nebyly překročeny mezní provozní hodnoty součástek.

Jako výstupního indikátoru lze použít kteréhokoliv měřicího přístroje s vlastní spotřebou menší než 3 mA. Použití přístroje Avomet tedy není podmínkou. Přístrojem lze měřit stejnosměrná napětí jako kterýmkoliv jiným elektronkovým voltmetrem se vsemi výhodami z toho vyplývajícími. Vysoký vstupní odpor dovoluje měřit napětí i na vysokoohmových zdrojích jako na příklad obvody AVC nebo stínících mřížek elektronek. Přitom stavba přístroje je zcela nenáročná a při troše pozornosti se každému podaří sestrojit dokonalý a jednoduchý doplněk, pracující na první zapojení.

Hlavní výhodou přístroje je neobvyčejná stabilita nastavení nuly při provozu. Po vyhřátí přístroje, t. j. zhruba po pěti minutách zůstává nastavení prakticky konstantní a ani prudké napěťové výkyvy v síti nemají vliv na výchylku přístroje. Přístroj je doplněný sondou s krystalovou diodou, takže dovoluje provádět vysokofrekvenční měření se stejnými výhodami, jako měření stejnosměrná.

Oprava chyby.

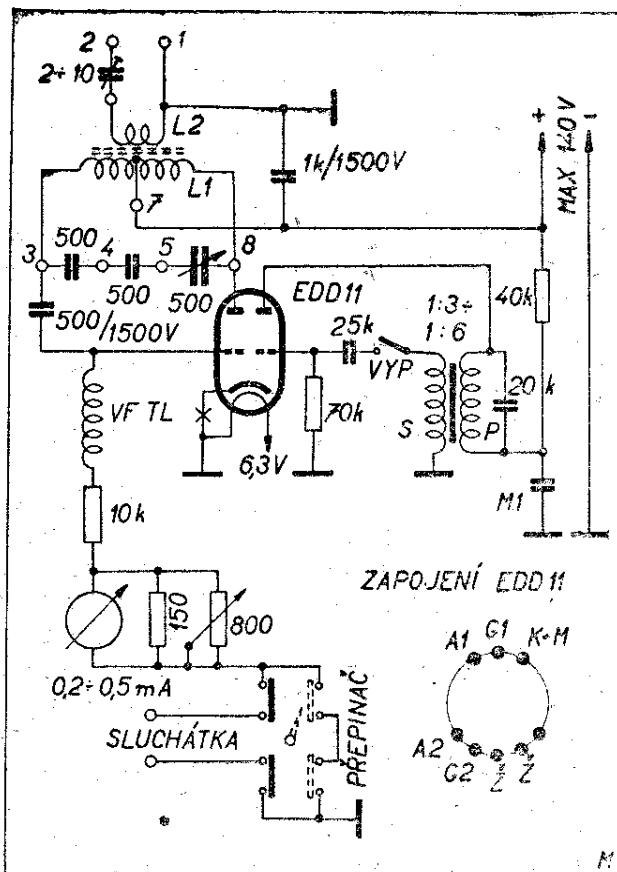
V pátém čísle Radiového konstruktéra Svazarmu způsobil kreslířský šotek několik nedopatréní. Tak na str. 171 u obrázku 6 je paddingový kondensátor C_5 zapojený v serii s ladicím kondensátorem C_2 . Takováto úprava by vyžadovala otočný kondensátor bez společného zemního vývodu. Kondensátor C_5 má správně být mezi cívkou L_2 a zemním spojem, tak jak je tomu u schematic obr. 10 atd.

V článku „Jednoduchý přijimač na chatu“ vzniklo vzhledem nesprávného kreslení několik nejasností. Aby schema bylo každému srozumitelné, propojte záporné konce žhavicích vláken elektronek se zemí. Na zemní spoj, na který bylo přiváděno napětí — 60 V, připojte — 1,4 V a tam, kde bylo — 1,4 V, zapojte — 60 V. Obě napětí jsou tedy mezi sebou prohozena. Ještě je třeba, aby mřížkový svod koncové elektronky 1L33, odpor 1M5, nebyl spojen se zemí, jak je kresleno, ale na přívod, označený po shora uvedené opravě — 60 V.

VŠESTRANNÝ MĚŘICÍ OSCILÁTOR

Vladimír Prchala

Velmi často se každému amatéru stane, že by potřeboval zjistit, na jakém kmitočtu pracuje kmitavý okruh složený z cívky a kondensátoru. Samozřejmě tyto okruhy je možno vypočítat, je možno změřit indukčnost i jakost cívky (Q) a kapacitu otočného nebo pevného kondensátoru. Z těchto hodnot je pak možno dost přesně stanovit kmitočet na kterém bude okruh pracovat. Někdy je také třeba zjistit kmitočet kmitavého okruhu, který je vestavěn v přístroji. Není-li přístroj v chodu a jsou-li cívky nepřístupné, činí vyjmoutí cívek někdy značné obtíže. Ale i u hotových cívek se změní často značně jejich kmitočet o různé parasitní kapacity, se kterými se při výpočtu úplně nepočítá.



Obr. 1.

Amatér většinou nevlastní ve skromné dílničce dokonalé měřicí přístroje a často nemá ani čas změřit si potřebné hodnoty v dílně sportovního radioamatérského družstva nebo v okresním i krajském radioklubu. Přesto však existuje velmi jednoduchý přístroj, který všechna tato měření umožňuje s dostatečnou přesností. Tento přístroj by proto neměl chybět v žádné dílně. Jeho jednoduchost — jedna elektronka a několik dalších součástek, ho přímo předurčuje pro zhotovení amatérskými prostředky. Jaký je to přístroj, který umožňuje jednoduchými prostředky měřit i okruhy, které nejsou vůbec zapojeny v přístroji a leží jen na pracovním stole? Tímto přístrojem je měřicí oscilátor s poklesem mřížkového proudu, zvaný též Grid-dip-oscilátor (dále jen GDO). V mřížkovém okruhu toho přístroje je zapojen mikroampérmetr, na jehož výchylce spolehlivě poznáme, zda oscilátor kmitá. Přiblížme-li k tomuto přístroji kmitavý okruh, t. j. zatížíme-li oscilátor měřeným okruhem, tu při vyladění GDO na resonančním kmitočtu poklesne prudce jeho mřížkový proud, což se pozná na vestaveném měřicím přístroji. To umožňuje určit resonanční kmitočet mnohem přesněji, než kdyby se indikace prováděla podle změn anodového proudu.

Podíváme-li se na zapojení GDO, zjistíme, že je to obyčejný Hartleyův oscilátor, kde v mřížkovém svodu je zapojen mikroampérmetr o hodnotě 200 až 500 mikroampérů. Toto zapojení vidíme na obr. 1.

Oscilátor je osazen v našem případě kovovou dvojitou triodou EDD11. Doporučuji ale použít vhodnější miniaturní elektronky 6CC31, a to bez změny v zapojení. Ladící okruh tvoří ferritová cívka a otočný ladící kondensátor o hodnotě 25—500 pF. Ladící kapacita tohoto kondensátoru je zmenšována dvěma kondensátory o hodnotě 200 pF, zapojenými v serii s otočným ladícím konden-

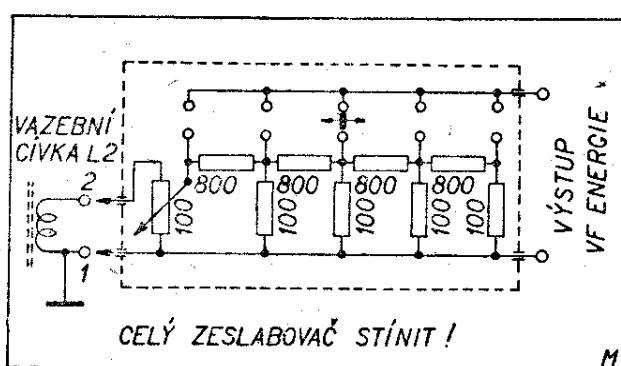
sátorem. Tyto seriové kondensátory mění průběh a velikost ladící kapacity a zkracují se spojkami mezi body 3—4—5.

Vazební kondensátor 500 pF, spojující cívku s mřížkou triody a kondensátor hodnoty 1000 pF, blokující střed cívky, musí být nejlepší jakosti a pokud možno na největší zkušební napětí, neboť probitím některého z nich můžete zničit elektronku, v horším případě těžce dostupný mikroampérmetr.

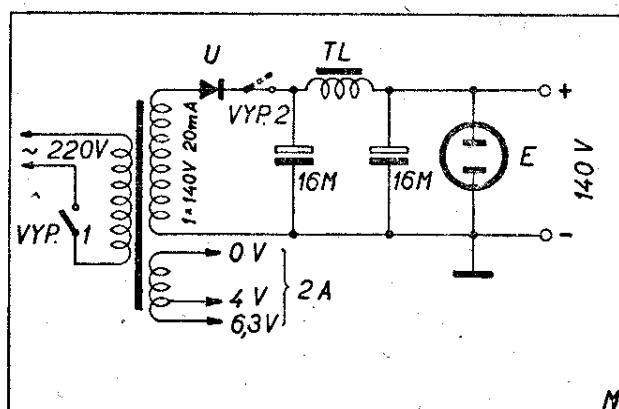
V mřížkovém svodu je zapojena vf tlumivka 2,5 mH. V serii s ní je předřadný odpor 10 k Ω , pak v serii mikroampérmetr, který je přemostěn bočníkem, skládajícím se z odporu 150 Ω a proměnného odporu 800 Ω . Tímto odporem nastavujeme citlivost mikroampérmetru na jednotlivých rozsazích oscilátoru. Nakonec je ještě v serii přepinač, kterým zapojujeme do serie sluchátka nebo uzemňujeme mikroampérmetr. Vf energii z GDO-oscilátoru odebíráme z vazební cívky L_2 (zdírky 1 a 2). Abychom nerozladovali ladící okruh oscilátoru, je do živého konca vazební cívky vložen kondensátor 2—10 pF. Kdo by chtěl tohoto oscilátoru použít výhradně ke sladování přijimačů, doporučuji tento kondensátor vynechat a do přístroje vestavět zeslabovač vf napětí se stejnomořnou zátěží podle obr. 2.

Tento zeslabovač je složen z několika seriových a paralelních odporů. Proměnným odporem se plynule může řídit výstupní vf napětí. Zeslabovač je celý stíněný!

Nyní si všimneme modulační části



Obr. 2.



Obr. 3.

GDO. Zde je použito druhé triody systému EDD11. Jako modulačního transformátoru je použito telefonního převodního transformátoru, jehož primární vinutí je přemostěno kondensátem 20 000 pF $L = 0$. Výška modulačního tónu je našemu sluchu příjemná. Vypínač modulace je úmyslně zapojen do mřížkového přívodu elektronky, a to pro dosažení větší přesnosti kmitočtu, neboť v tomto případě je elektronka stále stejně elektricky i tepelně zatížena a dále, z eliminátoru odebíráme stálý proud, což je velkou předností k dosažení stálosti kmitočtu oscilátoru.

Pozorný čtenář si jistě povšiml, že zde nemáme žádnou vazbu modulátoru na oscilátor. Vazbu nám zastupuje kapacita spojů, které musí být provedeny ze silného drátu a zajištěny proti chvění a proti pohybu. GDO se napájí stabilizovaným napětím 140 voltů/20 mA. Usměrňovač je jednocestný, běžného provedení a jeho zapojení je na obr. 3.

Skládá se z jednocestného transformátoru, jehož sekundární vinutí dává 0 — 4 — 6,3 V/2 A a 1 × 140 Voltů/20 mA.

Usměrňení je zde selenem. K vyhlazení proudu slouží filtr z tlumivky a dvou elektrolytů 16 μ F. Ke stabilisaci napětí stačí malá doutnavka na 120 V, neboť odběr proudu je minimální. Vypínačem $V1$ zapínáme žhavení a vypínačem $V2$ anodové napětí. Usměrňovač vestavíme do zvláštní plechové, uzemněné skřínky, rozměrů 80 × 100 × 200 mm.

Toto uspořádání má tu výhodu, že usměrňovače můžeme použít k napájení jiných měřicích přístrojů a s GDO se pak lehce pracuje, neboť není zatížen vahou usměrňovače.

Nyní si poněkud podrobněji všimněme konstrukce cívek. Tyto jsou konstruovány tak, že v sedmi rozsazích překlene me kmitočtový rozsah 70 kHz až 40 MHz. Data vinutí udává tabulka.

Rozsah	Počet závitů ladící cívky	Spojka bodu soklu patice cívky	Odbočka na závitu	\varnothing drátu	Počet závitů vazební cívky	\varnothing drátu	Poznámka
70 – 240 kHz	750 záv.	3—5	375	vf káblík 3 × 0,05 nebo drát Ø 0,1 mm smalt + hedvábí	75 záv.	0,15 mm smalt	křížově, šíře vinutí 8 mm
200 – 480 kHz	350 záv.	3—5	175	vf káblík 20 × 0,05, nebo drát Ø 0,2 mm smalt + hedv.	35 záv.	0,15 mm smalt	křížově, šíře vinutí 8 mm
0,45 – 1,5 MHz	125 záv.	3—5	62,5	vf káblík 20 × 0,05	19 záv.	0,15 mm smalt	křížově, šíře vinutí 8 mm
1,35 – 4,65 MHz	60 záv.	3—5	30	vf káblík 20 × 0,05	22 záv.	0,15 mm smalt	křížově, šíře vinutí 8 mm
4,40 – 12,5 MHz	21 záv.	3—4	10,5	0,35 mm smalt a hedvábí	9 záv.	0,15 mm smalt	křížově, šíře vinutí 8 mm
11 – 26 MHz	11 záv.	spojka odpadá	5,5	0,6 mm smalt + hedvábí	6 záv.	0,15 mm smalt	Závity vedle sebe — těsně
20 – 40 MHz	5,5	spojka odpadá	2,25	1 mm smalt + hedvábí	4 záv.	0,15 mm smalt	Závity vedle sebe — těsně

Poznámka:

Všechny cívky jsou vinuty na feritových jádrech $\varnothing 10/M7 \times 12$.
Cívka ladící jest od vazební cívky vzdálena 2 mm.

Cívky jsou výměnné, neboť nemá každý málokapacitní, bezvadně pracující přepinače a chtěl jsem mít GDO „příruční“.

Všechny cívky jsou provedeny s feritovými jádry rozměrů $\varnothing 10/M7 \times 12$.

Velmi choulostivé jsou cívky na posledních dvou rozsazích. Dbejte si proto na nich co nejvíce záležet. Zvláště u cívky posledního rozsahu se škodlivě projevují kapacity spojů, a proto spoje dělejte s rozmyslem a pracujte na GDO s nej-

větší pečlivostí, která se vám vyplatí! Vazební cívka je od hlavní ladící cívky vzdálena asi 2 mm.

Cívky jsem úmyslně dělal s ferritovými jádry, neboť dostaneme velmi ostrou resonanční křivku a tím také velmi ostré ladění GDO. Toto provedení má tu nevýhodu, že při měření resonance ve „studeném stavu“ musíme cívku oscilátoru více přibližovat k měřenému obvodu. Kdo by trval na vzdutých cívkách, toho odkazuji na příručku „Radiotechnické nomogramy“, kterou vydal Svaz pro spolupráci s armádou. Tam je velmi srozumitelně podán celý výpočet cívek a nebojte se, že byste výpočet nesvedli!

Vlastní konstrukci cívek nám ukazuje obr. 4 A—B.

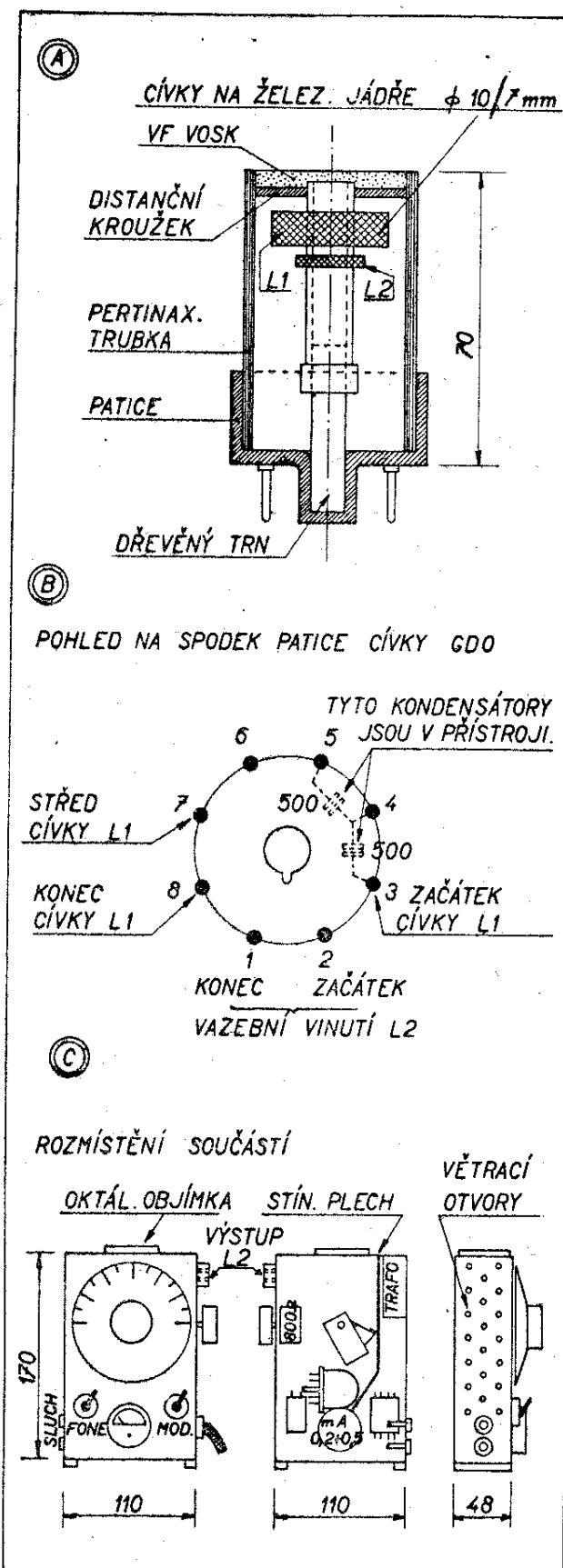
Navinutou cívku pečlivě zajistíme proti posunutí vinutí a nasadíme na dřevěný trn, který zlepíme do kolíku použité oktálové patice. Cívku chráníme pertinaxovou trubkou, která je pevně zasunuta do patice a zajištěna proti vytažení lepidlem.

Aby se cívka nepohybovala, je ještě na jádro cívky navlečen distanční kroužek, jehož polohu rádně zajistíme lepidlem. Teprve po správném nastavení železového jádra se povrch cívky zalije vysokofrekvenčním voskem nebo acetovaným lepidlem. Takto provedená cívka snese i hrubší zacházení a je velmi stabilní.

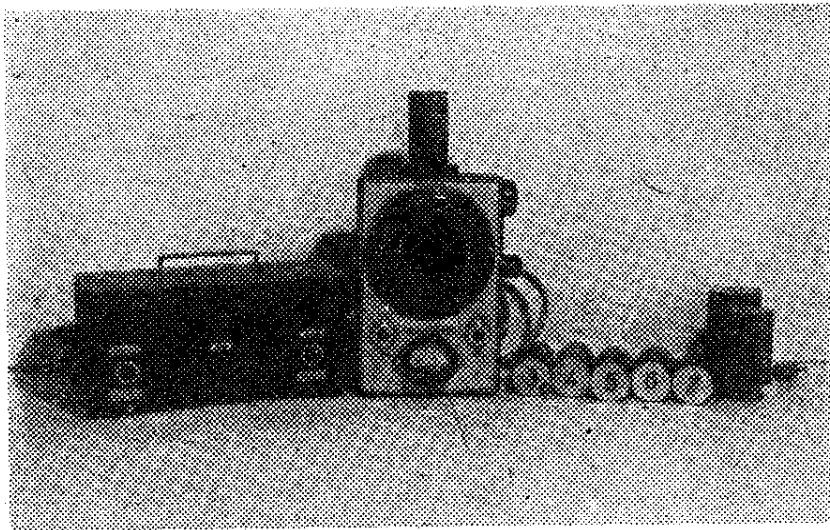
Zkracování kapacity ladícího kondenzátoru seriovými kondenzátory se děje spojkami 3—4—5 — přímo v soklu cívky.

Rozmístění součástek ukazuje obr. čís. 4 C.

Obrázek mluví nejlépe, a proto hned přejdu na rady ke stavbě GDO. Skřínku dělejte ze silnějšího plechu (asi 1 mm), pamatujte na větší množství větracích otvorů. Zvláště na zadní stěně skřínky, která je odnímatelná, udělejte velký počet větracích otvorů o velkém průměru. Celou skřínku uzemněte! Součástky přišroubujte, rádně odisolujte od skřínky a všechny matice šroubů zajistěte proti svévolnému pootočení tlakem. Budete-li si vinout síťový transformátor sami, tu postupujte podle příručky „Radiotech-



Obr. 4.



nické nomogramy". Součástky volte co nejjakostnější a celkovou montáž dělejte s co největší pečlivostí.

Před cejchováním nechte GDO asi $5 \div 10$ minut v chodu a pak cejchujte podle přesného oscilátoru, který opatrně vyjmeme z plechové skříně a ssací metodou si nejlépe ocejchujeme nás oscilátor. Kdo chce mít přesně přístroj ocejchovaný, ten si pořídí zvláštní cejchovní křivky, a ten, kdo se spokojí s menší přesností, může si na přední stěnu nakreslit celou stupnici, kterou ocejchuje.

Ke konci tohoto článku si povíme, co můžeme s GDO měřit.

Při vytažených sluchátkách a při zapnutém anodovém napětí pracuje přístroj výhradně jako oscilátor, kterým můžeme zjišťovat kmitočty cizích oscilačních obvodů. Do zdírek 1 a 2 zasuneme smyčkovou antenu, skládající se z několika závitů a přiblížíme se s ní k měřenému obvodu. Otáčíme-li ladicím kondensátorem, zjistíme resonanci obou obvodů silným poklesem ručky mikroampérmetru. V tomto zapojení lze také zjišťovat resonanci vysílací antény. Takto můžeme seřizovat kmitočty antenních vazebních obvodů, což je velmi důležité, používáme-li vysílací antény s přizpůsobenou napájecí linkou. Ve spojení s odporovým zeslabovačem a při použití modulace můžeme naším oscilátorem sladovat i superhety.

GDO můžeme použít také jako záznějového vlnoměru. Chceme-li zjistit kmitočet vnějšího oscilujícího obvodu a zároveň slyšet jeho tón (vysílače), tu

připneme k oscilátoru sluchátka a zapneme anodové napětí. Ladicím kondensátorem protáčíme, až zaslechneme zázněj, který naladíme do nuly.

Vypneme-li anodové napětí (vypinač V_2 usměrňovače), změní se nás GDO oscilátor ve velmi citlivý absorpcní vlnoměr, kde mřížka prvé triody EDD11 je anodou usměrňující diody a mikroampérmetr pak indikátorem ladění.

Máme-li v tomto případě zasunuta sluchátka, máme opět z GDO-oscilátoru monitor pro kontrolu modulace vysílače.

Kdo by chtěl mít větší sílu poslouchaných signálů, zařadí sluchátka do katódy elektronky EDD11 (označení \times).

GDO můžeme použít pro měření v pole naší vysílací antény. Při venkovním měření budeme napájet oscilátor z baterií.

Ve spojení s přesně sladěným superhetem, majícím magické oko, lze GDO použít jako nahradu drahého krystalového normálu 100 kHz, nebo 50 kHz. Superhet naladíme přesně na kmitočet 200 kHz a nás oscilátor na druhou harmonickou — to je na 100 kHz. Těsně před shodou harmonických kmitočtů začne magické oko kmitat. Počet kmitů magického oka udává, o kolik se nám ještě kmitočet liší. GDO tedy naladíme do té polohy, kdy magické oko již přestalo kmitat. V tomto stavu vyrábí kmitočet 100 kHz a můžeme proto s úspěchem podle celého vějíře harmonických (vždy po 100 kHz 100 — 200 — 300 — 400 — atd.) přijimač ocejchovat.

Dovedný amatér může s GDO měřit malé kapacity a indukčnosti.

Z toho je vidět, že GDO je jaksi univerzálním a při tom vděčným pomocníkem radioamatéra, a proto vám radím, abyste jej stavěli s největší péčí! Přejí vám, byste byli s oscilátorem spokojeni aspoň tak, jak je s ním spokojen autor tohoto návodu.

OSCILÁTOR 1 ÷ 500 kHz

Ing. Miloš Ulrych

Stále se zvětšují požadavky na kvalitu oscilátorů pro nízké a střední kmitočty, kterých používáme v radioamatérské praxi. Tyto tónové generátory mívají rozsah od 1 kHz do 500 kHz a po příp. do 1 MHz.

V dalším popíší stručně své zkušenosti s takovým generátorem, která má opravdu velmi stálý kmitočet, je snadno zhodnotitelný pro svou jednoduchost a nevyžaduje velkého nákladu.

Oscilátory R-C využívají vlastnosti některých čtyřpolů z odporů a kapacit, které mají pro určitý kmitočet selektivní fázové pošinutí 0° nebo 180° . Zapojením takového členu do obvodu pozitivní nebo negativní zpětné vazby je možno rozkmitat nízkofrekvenční zesilovač na kmitočtu, pro který je fázový posun roven 0° nebo 180° . Oscilátory jsou co do kmitočtu stabilní, poměrně jednoduché a mají značný rozsah kmitočtů. Jejich problémem je stálost výstupního napětí a jeho obsah harmonických, protože činitel jakosti obvodu je malý. Tyto generátory jsou v podstatě zpětnovazební zesilovače, u kterých určitou kombinací RC členů, je výstupní napětí nazpět přiváděno na vstup. V tomto případě platí vzorec

$$k \cdot Z = 1$$

kde k je zpětnovazební faktor a Z je stupeň zesílení.

Jistou nevýhodou těchto generátorů je zpětné působení spotřebiče na získávaný kmitočet a amplitudu (skreslení). Je ovšem možno tento vliv odstranit, ale za cenu další elektronky, které použijeme jako oddělující stupeň.

Nasazení oscilací je řízeno omezovacím zapojením. Získaný kmitočet je dán vztahem:

$$\omega = \frac{1}{k \cdot RC}$$

kde k je konstanta, která závisí na druhu RC-kombinace.

Z tohoto vzorce plyne, že kmitočet je nepřímo úměrný R a C (kmitočet bude tím vyšší, cím bude R a C menší).

Právě tak jako s RC články je možno dosáhnout posunutí fáze i RL články, tedy kombinacemi odporů a indukčností. Stavba takového zařízení je jen málo nákladná, takže je možno tímto přístrojem vybavit i průměrnou amatérskou dílnu.

Nyní trochu teorie

Zpětnovazební faktor se skládá z části reálné (absolutní hodnoty zesílení) a části imaginární (frekvenční složky, posunutí fáze). Pak platí:

$$\frac{1}{k} = a + jb \quad (1)$$

zde b je funkci kmitočtu a musí splňovat mezní podmínky, které splňují rovnici:

$$b = f(\Omega) = \Omega - \frac{1}{\Omega}$$

Zde Ω je t. zv. normovaný kmitočet, který souvisí s kruhovým kmitočtem podle rovnice

$$\Omega = \tau \cdot \omega$$

kde τ je známá časová konstanta, která je určena použitými součástkami, to je v našem případě:

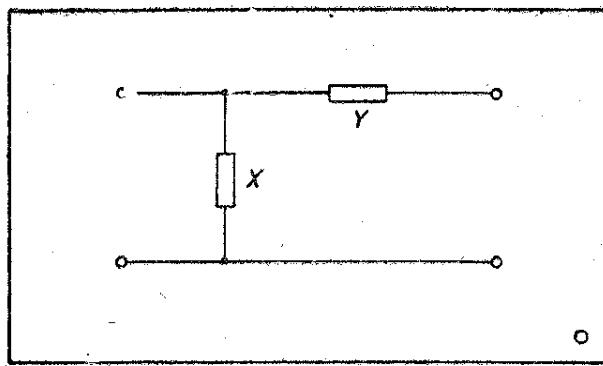
$$\tau = \frac{L}{R}$$

Po dosazení předešlého do (1) plyne:

$$\frac{1}{k} = a + j \left(\frac{\omega L}{R} - \frac{R}{\omega L} \right) \quad (2)$$

Zpětná vazba nasazuje na čtyřpolu vyobrazeném na obr. 1, kde x je příčný člen řetězu a y — podélný člen. Platí tedy:

$$\frac{1}{k} = \frac{x + y}{x}$$



Obr. 1.

odkud plyne:

$$y = x \left(\frac{1}{k} - 1 \right)$$

za $\frac{1}{k}$ dosadíme výsledek, který obdržíme z rov. (2). Pak platí:

$$y = x \left[a - 1 + j \left(\frac{\omega L}{R} - \frac{R}{\omega L} \right) \right] \quad (3)$$

Nyní si probereme zapojení podle obr. 2. Jeden člen x je paralelní spojení R a L . Rovnice tedy přejde ve tvar:

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L}$$

V rovnici (3) zavedeme potom

$$y = \frac{a - 1 + j \left(\frac{\omega L}{R} - \frac{R}{\omega L} \right)}{\frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L}}$$

K rozdělení výrazu na reálnou a imaginární část je nutné výraz násobit konjugovaným komplexním jmenovatelem.

$$y = \frac{\frac{a-1}{R} - \frac{1}{R} + \frac{R}{\omega^2 L^2}}{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{\omega^2 L^2}} + \\ + \frac{\frac{j\omega L}{R^2} - \frac{a-1}{j\omega L} - \frac{j}{\omega L}}{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{\omega^2 L^2}}$$

Po úpravě:

$$y = \frac{R \left(\frac{a-2}{R^2} + \frac{1}{\omega^2 L^2} \right)}{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{\omega^2 L^2}} +$$

$$+ \frac{j\omega L \left(\frac{1}{R^2} + \frac{a-2}{\omega^2 L^2} \right)}{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{\omega^2 L^2}}$$

Při $a = 3$ je možno krátit jmenovatelem a zůstane pro podélný člen řetězu:

$$y = R + j\omega L \quad (4)$$

Tento výraz odpovídá normálnímu seřiovému spojení R a L podle obr. 2.

Při tomto druhu čtyřpolu je tedy potřebné trojnásobné zesílení k získání vlastního buzení. V praxi volí se ale větší zesílení a zavádí se současně silná zpětná vazba. Kmitočet oscilací dá se určit z rovnice (2). Zde při reálném zesílení musí být i zpětná vazba reálná. Bude tedy imaginárná část rovna nule. Platí:

$$\frac{\omega L}{R} - \frac{R}{\omega L} = 0$$

nebo

$$\omega^2 = \frac{R^2}{L^2}$$

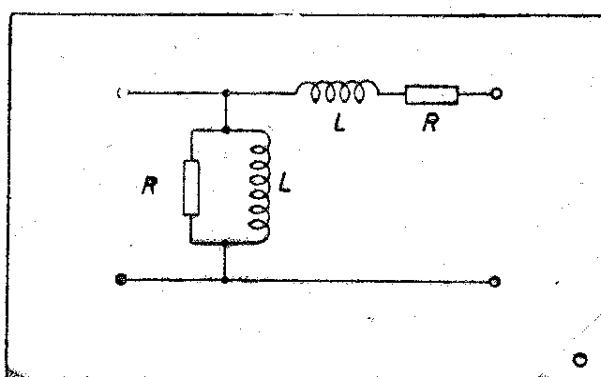
odkud

$$\omega = \frac{R}{L}$$

Dosud bylo předpokládáno, že se jedná o čistou indukčnost; musíme však uvažovat též ohmický odpor R_L , který vždy doprovází indukčnost. Pak dostaneme:

$$\omega^2 = \frac{R^2 - R_L^2}{L^2} = \frac{R^2}{L^2} - \frac{R_L^2}{L^2}$$

Vlastní buzení nedělá žádné obtíže, platí-li pro jakost cívky



Obr. 2.

$$Q = \frac{\omega L}{R} \geq 10$$

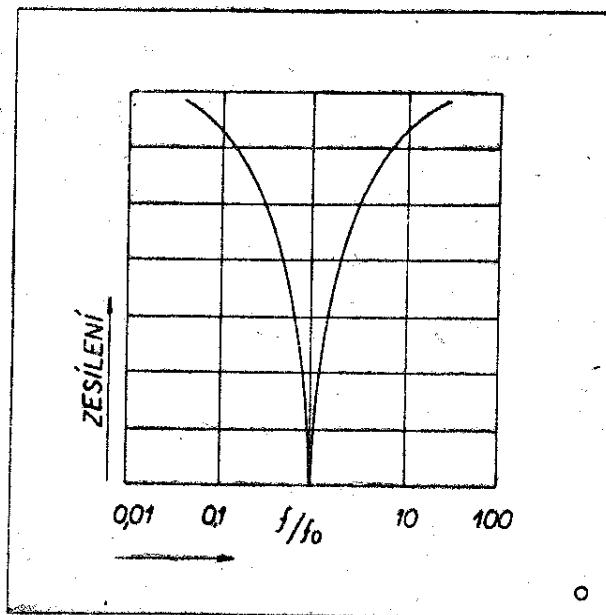
Toto je požadavek, který můžeme klidně splnit v běžné amatérské dílně.

Proti RC generátorům stoupá kmitočet s rostoucím odporem. Změna je lineární (zanedbáme-li R_L , který je vzhledem k R velmi malý).

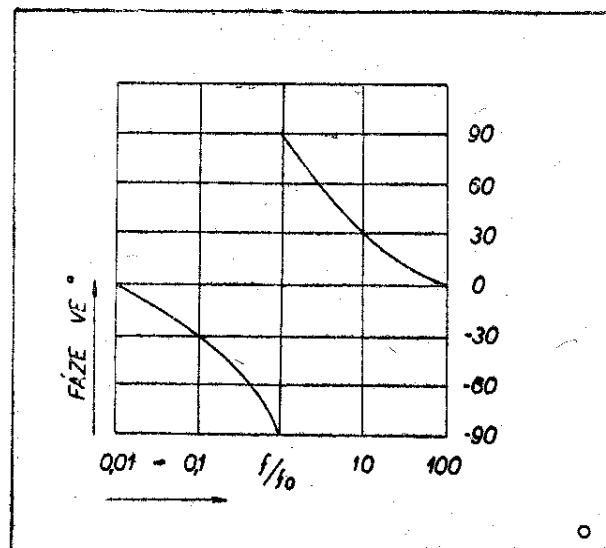
Hranice nízkých kmitočtů je dána tím, že celkový odpor řetězce vychází malý a snižoval by vnější odpor elektronky E_2 . Při vysokých kmitočtech nám kapacitní vlivy součástek tvoří hranici; tyto kapacitní vlivy vedou k nekontrolovatelnému posunutí fáze.

Závislost fáze a amplitudy jsou na obr. 3 a 4. Byly získány při proměňování sestrojeného přístroje, jehož schéma zapojení je uvedena na obr. 7.

Ladění je možno provést různými kombinacemi změn indukčností a odporů. Cívky mohou být na př. přepinatelné a nastavujeme jimi zhruba rozsahy, které potom dále rozvádíme po stupni dvojitým potenciometrem. Cejchování přístroje je vzhledem k lineární závislosti kmitočtu velmi jednoduché, protože stačí, když v každém rozsahu nacejchujeme jeden nebo dva kmitočty a stupnici lineárně rozdělíme. Chceme-li, aby stupnice měla jiný průběh než lineární, pak stačí, když jeden člen řetězce je měnitelný anebo použijeme na př.



Obr. 3.



Obr. 4.

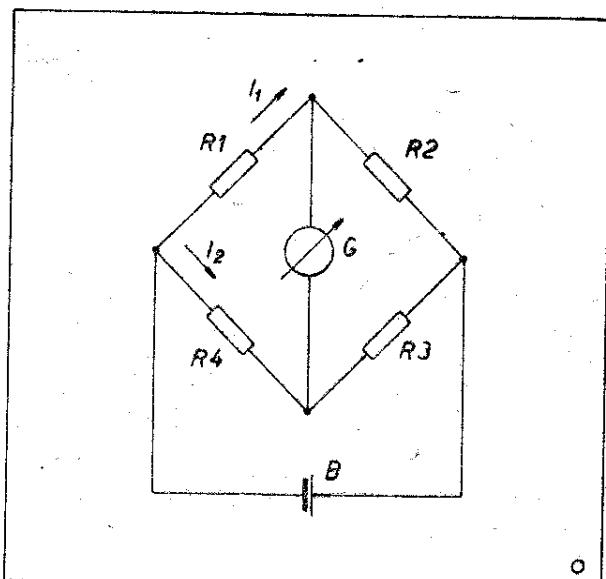
dvojitého potenciometru o nestejných hodnotách odporu.

Dá se totiž dokázat, že ω při nestejných hodnotách E a L je:

$$\omega = \sqrt{\frac{R_3 \cdot R_4}{L_1 \cdot L_2}}$$

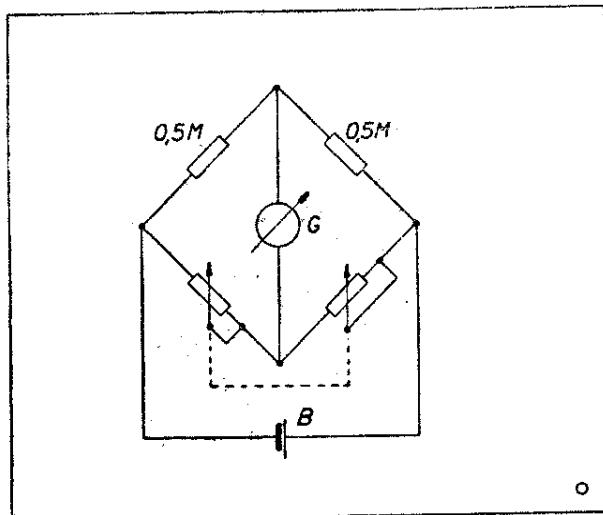
Je tedy vidět, že můžeme užít různých kombinací k řízení kmitočtu tohoto generátoru. My se však jistě budeme snažit o lineární průběh stupnice.

Podaří-li se nám vyřešit lineární součet obou potenciometrů, pak máme vyhráno. Cejchování celého přístroje se pak omezí na jedno nebo dvě měření a stupnici našeho generátoru lineárně



Obr. 5.

rozdělíme. Získání dvojitého potenciometru $2 \times 0,5 \text{ M}\Omega$ s lineárním průběhem je velmi těžké. Ve většině případech bude nutno se ohlédnout po nějaké nahradě či ke svépomoci. Nejlépe je provést spojení obou potenciometrů na jedné ose nebo spojit oba potenciometry převody. (Sám jsem při svých pokusech použil převodů ze stavebnice Merkur.)



↑ Obr. 6.

Obr. 7. ↓

Popíši jenom metodu, jak je možno zjistit souběh potenciometrů. Je dobré před smontováním tuto vlastnost vyzkoušet. Využívá se základního zapojení Wheatstonova můstku. Zde platí známé rovnice pro vyrovnaný můstek (obr. 5):

$$R_1 I_1 = R_3 I_2$$

$$R_2 I_1 = R_4 I_2$$

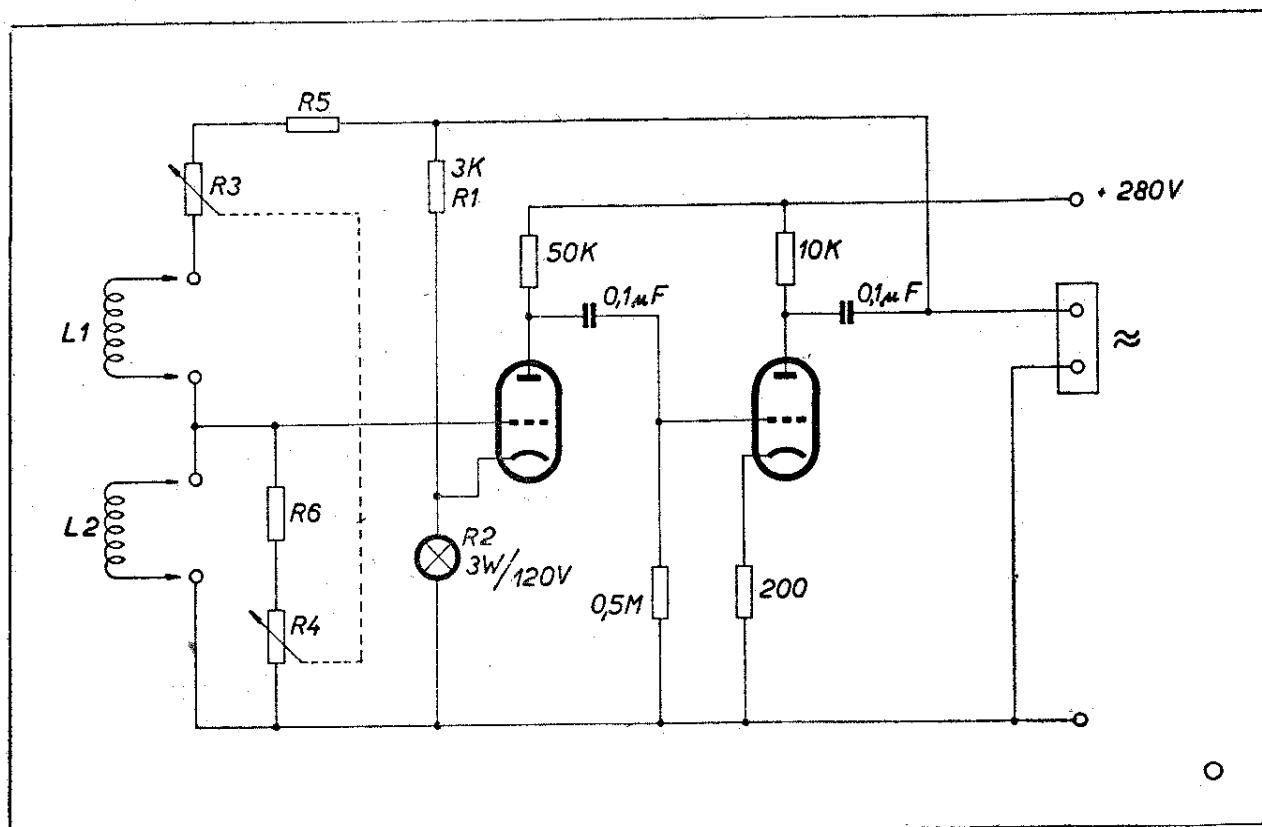
$$\text{nebo } R_1 R_4 = R_2 R_3.$$

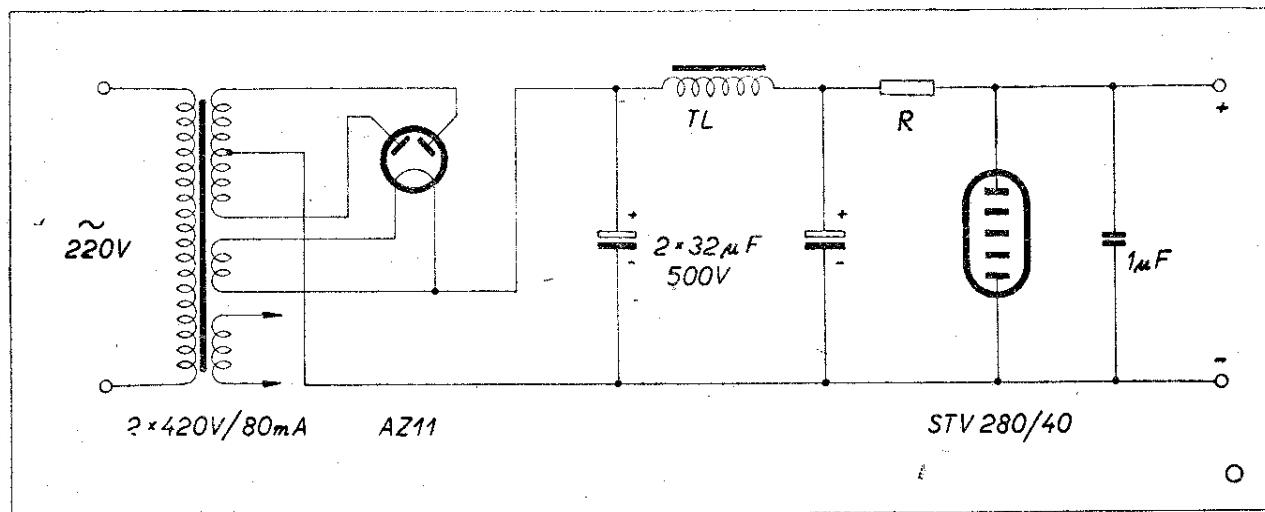
odkud:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

a právě tohoto posledního vztahu užijeme, neboť chceme zjistit, zda poměr $R_3 : R_4$ je po celém průběhu stejný jako poměr $R_1 : R_2$, který je tvořen známými stejnými odpory. Pro úplnost uvádíme schema zapojení tohoto jednoduchého zkoušeče na obr. 6.

Poznamenávám, že je možno k napájení můstku použít střídavého proudu a jako indikátoru sluchátek. Postup měření je jistě jasný, projíždime postupně





Obr. 8.

celou stupnicí a kontrolujeme nesprávnosti. Škoda, že v našem případě nelze přihýbáním plechů jako u kondensátorů korigovat souběh. Musíme se spokojit jen s výběrem co nejlepší dvojice.

V našem případě je možno pomocí cívek 20—500 mH a dvojitého lineárního potenciometru 0,5 M Ω obsáhnout pásmo 1—500 kHz. Dva odpory R_s a R_e pevně nastavují nejnižší kmitočet toho kterého rozsahu. Jejich hodnoty je nutno vyzkoušet, protože závisí na použitych elektronkách.

Kmitočtová konstanta je lepší než 0,01%. Ke zlepšení stability je přivedeno do katodového obvodu elektronky E₁ zpětnovazební napětí. Malá žárovka

\tilde{Z} 120 V/ 3 W řídí stupeň zpětné vazby v závislosti na amplitudě zesílení. (Theorie a praxe žárovkové stabilisace je uvedena v Slaboproudém obzoru 1952, čís. 7, str. 146 Carniol: Žárovková stabilisace generátoru R—C.)

Při stavbě je nutno dát pozor na vzájemnou vazbu mezi cívkami, která musí být co nejmenší. Je tedy nejlepší uzavřít cívky do stínících krytů. Také musíme dodržovat zásadu krátkých spojů. Tento generátor pracuje do 500 kHz. Nehodí se však v tomto zapojení k získávání velmi nízkých kmitočtů (pod 500 Hz), protože pak nám z výpočtu vychází veliké hodnoty indukčnosti, které nesnadno vyrábíme. Celý řetězec má malý celkový odpor (protože odpor R vychází

Pentody jako triody.

	U_a V	R_h Ω	I_a mA	$R_{a\ opt.}$ k Ω	N W	k %	U_g V_{ef}
RV12 P2000	225	800	8,9	10	0,4	5	5
EF12							
EF6	200	500	10	8	0,45	5	3,2
NF2							
AF7							

Poznámka: g_2 a g_3 spojeno s a .

malý) a zatěžuje tak nepřípustně silně výstup elektronky E_2 . Napájení celého přístroje je provedeno stabilisovaným zdrojem napětí, jehož schema zapojení je uvedeno na obr. 8. Získané výstupní napětí má hodnotu řádově 10 V. Získávaný kmitočet můžeme měřit na př. přístrojem sestrojeným na principu uvedeném v článku J. Budějického: Kmitočtoměr s přímým údajem (Sl. obz. 1952, č. 2, str. 38). Spojením obou přístrojů dostaneme opravdu užitečný přístroj.

Tento přístroj jsem vyzkoušel s elektronkami EF 12 (zapojené jako triody).

Je možné ovšem užít i jiných obdobných elektronek, na př. EF22,6F31,NF2,AF7, příp. AC2, EBC 3 anebo i dvojitych triod či pentod. Potřebujeme-li získat větší výkon, použijeme ještě dalšího zesilovacího stupně. Tento přístroj hodí se zvláště dobře jako ultrazvukový budič. Pro amatéry není nutné uvádět další možnosti použití (proměňování MF, TG, pomocí osciloskopu je možno Lissajousovými obrazci zjišťovat a měřit i vyšší kmitočty, a jiná použití). Pro úplnost uvádíme v tabulce data některých pentod zapojených jako triody.

PŘÍMOŽHAVENÉ PÁJEDLO S ODDĚLENÝM TRANSFORMÁTOREM

Ing. Milan Volšinský

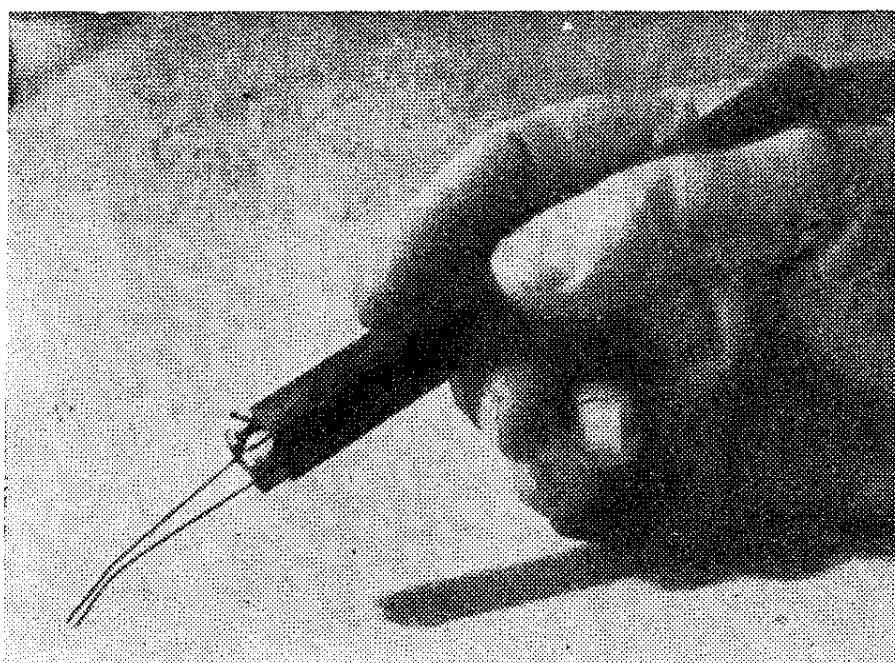
Tento článek navrhoje novou konstrukci přímožhaveného pájedla. Účelem této konstrukce je odstranění nevýhod pistolového pájedla při zachování jeho přednosti.

Všichni čtenáři jistě dobře znají pistolové pájedlo. Má své velké výhody: je

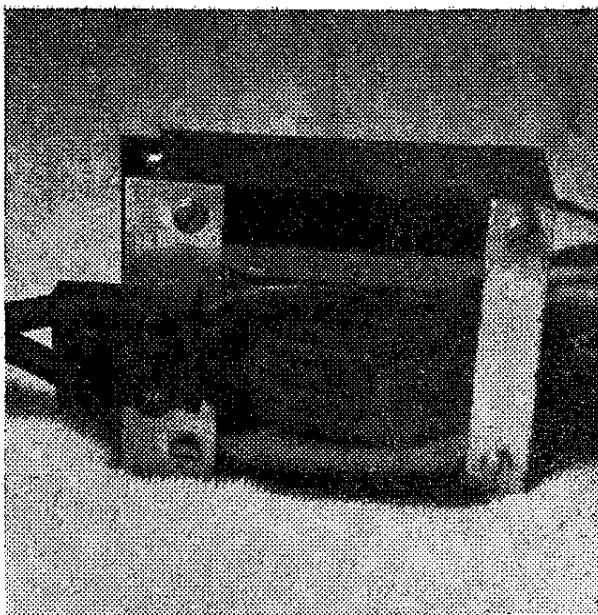
připraveno téměř okamžitě k práci, jeho drátěná smyčka udržuje zásobu cínu, umožňuje snadný přístup tam, kde se normálním pájedlem nedostaneme. Je ideální pro malý počet spojů. Má však také svoje nevýhody: práce rychle unávuje, protože celá váha transformátoru spočívá v ruce. Poddimenovaný transformátor po delší dobu nepříjemně hřeje.

Odstranit hlavní závadu pistolového pájedla znamená oddělit transformátor. To není neřešitelné.

Celý problém je v přívodu od transformátoru k topnému drátku. Tento přívod je značně namáhan elektricky i mechanicky. Pro správnou funkci topného drátku je třeba proudu asi 50 A. Proud



← Obr. 1.



Obr. 2.

se dá snížit pomocí vyššího napětí na sekundáru a použitím topného drátu z odporového materiálu, nedá se však libovolně snižovat. Přívody musí být dobré ohebné a nesmějí se protékajícím proudem zahřívat.

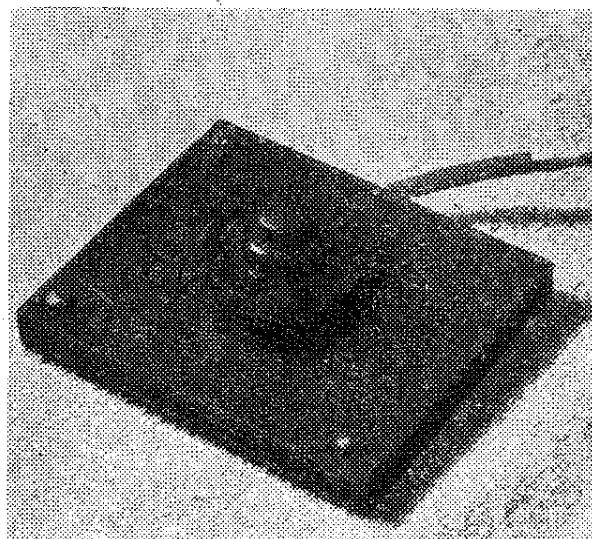
Přívod k topnému drátu je proveden z licny. Má průměr 5 mm a je celý stočen z drátků 0,05–0,1 mm. Jen tak se co nejvíce zvětší povrch a získá ohebnost přívodu. Hotové licny tohoto typu se užívají jako přívody k uhlíkům motorů nebo k akumulátorům. Nepodaří-li se nám takovou licnu sehnat, můžeme si ji udělat sami. Drátky nemusíme ani splétat; stačí, když konce řádně očistíme (viz čištění vf kablíku) a proletujeme. Licnu možno také zhotovit z vf kablíku nebo z antenních lanek, pokud jsou spletena ze slabých drátků. Délka přívodu je asi 1 m. Na kvalitě přívodů závisí celý úspěch. Přes licnu převlékneme tenkou igelitovou špagetu. Jako koncovky se dobré hodí instalacní „lustrové“ svorky, do kterých licny vpájíme. Pájený spoj se teplotou neporuší, protože teplota na straně topného drátu nedosahuje ve svorce nikdy bodu tání cínu.

Vlastní pájedlo je velmi jednoduché (viz obr. 1). Je to jen pertinaxová trubka \varnothing 15 mm. Do ní jsou svorky naraženy tak, aby šroubky pro upevnění topného

drátu vyčnívaly ven. Svorky je ovšem nutno spilovat. Neuvádíme žádné rozdíly, protože věc je tak jednoduchá, že si každý přizpůsobí konstrukci podle svého. Svorky isolujeme od sebe proužkem pertinaxu, který prochází celou trubkou.

Topný drát je nejlepší z odporového materiálu síly 1,5–2 mm. Takový drát má dobrou tepelnou rezervu; musí být ovšem z konstantanu nebo ze slitiny, na které drží cín. Dá se též použít měděného drátu 0,9–1 mm. Přizpůsobení je však u odporového drátu lepší. Volba vhodné délky a síly drátu je velmi důležitá. Slaby drát má malou tepelnou setrvačnost a přepaluje cín, příliš silný drát odvádí mnoho tepla do rukojeti vedením a teplo není využito.

Transformátor (viz obr. 2), můžeme dimenovat normálně, protože na jeho váze nezáleží. Výpočet síťového transformátoru zde uvádět nebude, o tom bylo již napsáno dosti. Dbejme však na to, aby na jádře bylo dosti místa pro sekundární vinutí, které má dávat asi 1 V. Autor nepoužil páskovou měď, která se špatně formuje, ale měděné lano (z drátů 1 mm). Na primáru můžeme udělat odbočku pro přepínání na větší výkon. Transformátor se dá výhodně přišroubovat na spodní stranu pracovního stolu.



Obr. 3.

Závěrem je možno říci, že výkonem se toto pajedlo určitě vyrovná pistolovému (odporový drát 1,8 mm se za 10 vteřin rozžavil do červeného žáru), ale práce je s ním mnohem pohodlnější.

Drží se jako plnicí pero a váha přívodů je pouhým zlomkem váhy transformátoru. Je určeno pro stabilní použití na jednom místě a přenášením ztrácí svoje výhody.

ZLEPŠENÝ DŮLČÍK

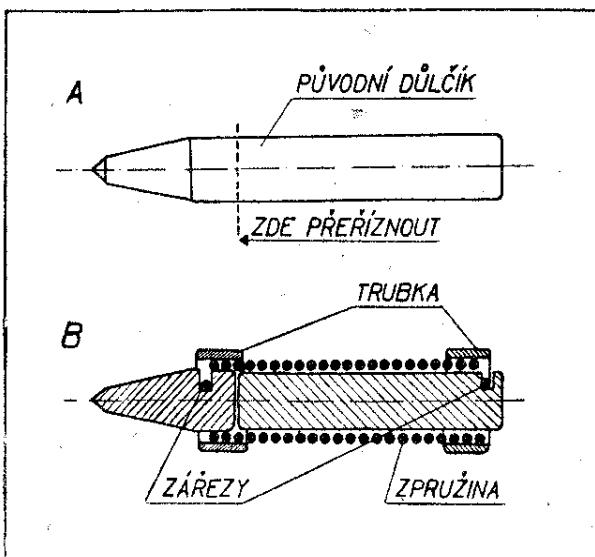
A. Rambousek

Amatérská konstrukce nejrůznějších přístrojů, zařízení a pomůcek neobejdete bez vrtání otvorů. Nástroj, který jmenujeme „důlčík“, mnozí naši soudruzi však zavrhuji a raději otvory, které se jim přímo vrtáčkem nepodaří přesně umístit, dopilují na správné místo v oválném tvaru. Nemluvím ani o používání nůžek, které jsou, zejména pro vrtání hliníkového plechu, v hojně oblibě. Nedůvěra k důlčíku většinou pramení z toho, že důlčík při úderu kladivkem velmi rád poskočí a při druhém úderu, který má dolík zvětšit, vyrobí druhý důlek, ale kousíček vedle. Automatický důlčík, který je již hodně rozšířen, tomu zabrání. Pomocí takového nástroje pouhým přitlačením na materiál zhotovíme přesně důlek.

Uvedený automatický důlčík má ale jednu nectnost. Jeho údery jsou vždy stejné a jejich změna potřebuje vždy seřízení. Pro amatérské účely, kdy vrtáme jednou otvor do tenkého hliníkového plechu, po druhé do ocelové osičky, je to poněkud nepříjemné. Pro tuto potřebu si můžeme výbavu obohatit o důlčík, který jemně reaguje na naše přání. Obrázek jasně ukazuje celý zářez. Původní obyčejný důlčík (A) přeřízneme na dvě části tak, aby menší část byla u špičky a na obou částech vyřízneme zářezy (B).

Z ocelové struny 0,5—0,8 mm natočíme zpružinku se závity těsně vedle sebe tak, aby se větší část důlčíku uvnitř volně pochybovala. (Je výhodné tuto část nepatrně ztenčit.) Konce zpružinky ohneme dovnitř tak, aby zapadly do zářezů. Přes konce těsně narazíme krátké trubky, které je výhodné příčně vroubkovat.

Manipulace je jasná. Hrot přiložíme levou rukou na určené místo a pravici napneme pružinku a pustíme. Čím více napneme pružinku, tím silněji důlčík udeří do materiálu.



RADIOVÝ KONSTRUKTÉR SVAZARMU, návody a plánky Amatérského radia. Vydává Svatý pro spolupráci s armádou v NAŠEM VOJSKU, vydavatelství n. p., Praha. Redakce Praha I, Národní 25 (Metro). Tel. 23-30-27. Řídí František SMOLÍK s redakčním kruhem (Josef ČERNÝ, Vladimír DANČÍK, Antonín HÁLEK, Ing. Dr Miroslav JOACHIM, Ing. Alexander KOLESNIKOV, Ing. Dr Bohumil KVASIL, Arnošt LAVANTE, Ing. Oto PETRÁČEK, Josef POHANKA, laureát státní ceny, Josef SEDLÁČEK, Vlastislav SVOBODA, laureát státní ceny, Zdeněk ŠKODA). Administrace NAŠE VOJSKO n. p. distribuce, Praha II, Vladislavova 26. Tel. 22-12-46, 23-76-46. Vychází měsíčně. Ročně vyjde 10 čísel. Cena jednotlivého čísla 3,50 Kčs, dvojčísla 7 Kčs, předplatné na rok 35,— Kčs. Rozšíruje Poštovní novinová služba. Objednávky přijímá každý poštovní úřad i doručovatel. Tiskne NAŠE VOJSKO n. p. Praha. Otisk dovolen jen s písemným svolením vydavatele. Příspěvky vrací redakce, jen byly-li vyžádány a byla-li přiložena frankovaná obálka se zpětnou adresou. Za původnost a veškerá práva ručí autoři příspěvků. Toto číslo vyšlo 10. června 1955. VS 130.304. PNS 319.

ČTĚTE RADIOTECHNICKOU LITERATURU

A. V. Batrakov - A. J. Klopov: JAK ZACHÁZET S TELEVISNÍM PŘIJIMAČEM

Autoři vysvětlují zařízení televizního přijimače a uvádějí, jak jej správně vyladit a seřídit, abychom dosáhli nejlepšího obrazu. Doplňeno mnoha vyobrazeními. Kart. 3,50 Kčs.

A. D. Batrakov - S. Kin: ZÁKLADY RADIOTECHNIKY

Kniha zasvěcuje srozumitelným způsobem do základů radiotechniky, dává praktické pokyny k sestavování přijimačů a popisuje jejich vybavení i všechny součástky. Množství vyobrazení. Váz. 12,95 Kčs.

V. G. Borisov: MLADÝ RADIOAMATÉR

Úvod do elektrotechniky a radiotechniky, vysvětlení všech druhů rozhlasových přijimačů a návod k jejich stavbě i k stavbě měřicích přístrojů. Přehledné tabulky a obrázky. Váz. 13,75 Kčs.

S. E. Chajkin: SLOVNÍK RADIOAMATÉRA

Slovník vysvětuje základní i speciální termíny z oblasti radiotechniky a pomáhá radioamatérům, aby se vyznali v odborných názvech a pojmech. S nákresy a obrázky. Váz. 13,75 Kčs.

V. G. Korolkov: MECHANICKÝ ZÁZNAM ZVUKU

O vývoji mechanického záznamu zvuku od prvního fonografa až po dnešní systém stránkového zápisu zvuku – dále o základech akustiky, způsobu mechanického zápisu zvuku i o tom, jak sestavit nahrávací a reprodukční zařízení. Množství nákresů. Kart. 5,97 Kčs.

V. A. Zarva: MAGNETICKÉ JEVY

Autor vysvětuje fyzikální podstatu magnetismu i elektromagnetismu a možnosti využití magnetických jevů v radiotechnice a elektrotechnice. Hlavní pozornost je věnována střídavému magnetickému poli. Publikace seznámí čtenáře také s elektromagnetickou indukcí a ukáže na možnosti jejího použití v technice. Přeložil Zd. Novák. Kart. 9,27 Kčs

AMATÉRSKÁ TELEVISNÍ PŘÍRUČKA

A. Lavante — F. Smolík

Tato kniha vyplňuje dosavadní cílovou mezeru v technické literatuře pojednávající o problémech televizních přijimačů. Obzvláště široká veřejnost praktiků zabývajících se konstrukcí nebo údržbou televizních přijimačů, najde v knize hodně látky pro své poučení. Na stránkách knihy jsou probrány všechny důležité otázky, které jsou vysvětleny přístupnou formou bez zbytečných matematických výpočtů a jsou doplněny velkým počtem praktických příkladů, návrhů i běžně používaných zapojení.

V úvodní části je obsírně pojednáváno o činnosti a stavbě anten. Jsou zde vysvětleny otázky spojené se šířením elektromagnetických vln. Čtenář se dočte o tom, jak vznikají několikanásobné příjmy a jakým způsobem je možné je odstranit. Vlnový odpor, vedení anten, který je pro mnohé ještě ne zcela vžitým pojmem, je zde názorně vysvětlen. Kapitola je doplněna popisem různých anten, průběhu jejich vyzařování diagramů, jakož i praktickými pokyny pro jejich stavbu. Pro ty, kteří se chtějí věnovat podrobněji stavbě anten je v statí uveden podrobný popis a použití měřicích přístrojů. Také otázka dálkového příjmu je osvětlena a popis několika antenních předzesilovačů různého provedení doplňuje kapitolu.

K důkladnému pochopení činnosti celého televizního vysílání je nezbytné se nejprve podrobně seznámit s blokovým zapojením vysílače i přijimače a jejich činností. Neméně důležitou součástí televizního vysílání je televizní norma. O tom, jak televizní norma vznikla a k čemu jednotlivé signály slouží, naleznete vysvětlení na stránkách této knihy.

Televizní přijimač je složen z celé řady samostatně pracujících dílů, na které jako souhrn je kladen požadavek rekonstruovat do původní podoby zvuk i obraz přijímaného televizního pořadu. Jednou z nejdůležitějších částí televizního přijimače jsou vysokofrekvenční

obvody. Ať se již jedná o vstupní obvody, směšovací stupeň s oscilátorem, nebo mezifrekvenční obvody, jsou všechny tyto části podrobně popsány. Jednotlivé kapitoly pojednávají podrobně o specifických problémech činnosti té které části. Na výklad činnosti navazuje popis celé řady nejčastěji používaných zapojení, pokyny pro vyvažování a seřizování, jakož i zkrácený postup návrhu přijimače. Zvláště podrobně jsou vysvětleny mezifrekvenční zesilovače, na které je v televizním přijimači kladen velký důraz. Přístupným způsobem je vysvětlen výpočet rozložené laděných obvodů, kterých se v televizních přijimačích používá téměř výlučně.

Podobně jsou vysvětleny i další funkční díly přijimače, jako obrazový detektor, obrazový zesilovač, obnovitel ss složky a kompenzace nízkých a vysokých kmitočtů televizních signálů.

Nedílnou součástí každého televizního přijimače je obrazová elektronka. Obrazovka s elektromagnetickým vychylováním paprsku potřebuje pro správnou činnost řadu dodatečných zařízení, jako zaostřovací cívku, případně iontovou past. O účelu a činnosti těchto součástí se dočtete na dalších stránkách. Televizní pořad je doprovázen zvukovým doprovodem. Mezifrekvenční signál zvuku je vysílán kmitočtovou modulací, která předpokládá odlišné provedení zvukové části od běžných zvukových částí rozhlasových přijimačů. Jsou to především otázky omezovačů a kmitočtových detektorů, které stojí v popředí. Vedle podrobného popisu jejich činnosti je v statích pojednávajících o této části přijimače obsažena celá řada praktických zapojení, jakož i pokyny pro sladování.

K tomu, aby na stínítku obrazovky mohl vzniknout obraz je třeba vychylovat paprsek po stínítku určitým způsobem. Vychylovací obvody, ve kterých jsou vyráběny napětí nebo proudy pilovitého průběhu, jsou jednou z nej-

zajímavějších částí televizního přijimače. Aby konstruktér televizního přijimače mohl s úspěchem zakončit stavbu televizního přijimače, musí být dokonale obeznámen jak s problematikou oddělování synchronizačních pulsů, tak i s výrobou pilovitých kmitů pro vychylování. Tím, že se používají obrazovky se statickým i magnetickým vychylováním paprsku, rozšiřuje se problematika na dva základní směry. Obě tyto skupiny mají své specifické problémy jak při konstrukci, tak při provozu, jako na příklad získávání vysokého napětí, které je u každého typu jiné.

Žádné zařízení nelze rychle a správně uvádět do chodu bez měřicích přístrojů. Stejně je tomu i u televizního přijimače. Speciální televizní technika si vyžaduje i speciálních měřicích přístrojů, kterým je věnována jedna kapitola této knihy. Naleznete v ní mimo popisů měřicích

přístrojů a jejich použití, i výpočet nejběžnějších závod v televizním přijimači i způsob jejich odstranění. Monoskop je důležitou pomůckou při seřizování a posuzování jakosti přijimačů. Proto další kapitola pojednává podrobně o všech částech monoskopu a jeho praktickém použití.

V závěru knihy jsou popisy čtyř různých amatérsky zhotovených televizních přijimačů. Na těchto přijimačích si může čtenář ověřit načerpané zkušenosti, případně použít různé stavební prvky v knize popsané. Podrobný výklad o činnosti a stavbě televizních přijimačů je doplněn velkým počtem různých schemat, celou řadou tabulek nejdůležitějších hodnot, jakož i grafy a diagramy. Způsobem, jakým je výklad podán se knížka obzvláště hodí pro střední technické kádry, mezi nimiž amatéři zaujmají význačné místo.

NAŠE VOJSKO — DISTRIBUCE, n. p., Praha II, Vladislavova 26

Objednávám na dobírku

_____ výt. A. Lavante — F. Smolík: AMATÉRSKÁ TELEVISNÍ PŘÍRUČKA

Jméno: _____

Adresa: _____

Dne _____ Kraj _____

Podpis